



Universidade Federal  
de Campina Grande

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
BACHARELADO DE ODONTOLOGIA

ANA BEATRIZ MAXIMO FIGUEIREDO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ESFERAS DE QUITOSANA/  
DYSPHANIA AMBROSIOÍDES (L.) & MOSYAKIN CLEMENTS PARA UMA  
POSSÍVEL APLICAÇÃO COMO BIOMATERIAL**

PATOS – PB  
2017

ANA BEATRIZ MAXIMO FIGUEIREDO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ESFERAS DE QUITOSANA/  
DYSPHANIA AMBROSIOÍDES (L.) & MOSYAKIN CLEMENTS PARA UMA  
POSSÍVEL APLICAÇÃO COMO BIOMATERIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado à Coordenação do curso de  
Odontologia da Universidade Federal de  
Campina Grande - UFCG como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de  
Bacharel em Odontologia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Luanna Abílio  
Diniz Melquíades de Medeiros.

PATOS – PB  
2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

F475d Figueiredo, Ana Beatriz Maximo  
Desenvolvimento e avaliação de esferas de quitosana/Dysphania  
Ambrosioídes (L.) & Mosyakin Clements para uma possível aplicação como  
biomaterial / Ana Beatriz Maximo Figueiredo. – Patos, 2017.  
45f.; il.;Color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Odontologia) – Universidade Federal  
de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Luanna Abílio Melquíades de Medeiros."

Referências.

1. Quitosana. 2. Plantas medicinais. 3. Regeneração óssea. I. Título.

CDU 616.314

ANA BEATRIZ MAXIMO FIGUEREIDO

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ESFERAS DE QUITOSANA/  
DISPHANIA AMBROSIOÍDES (L.) & MOSYAKIN CLEMENTS PARA APLICAÇÃO  
COMO BIOMATERIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado à Coordenação do curso de  
Odontologia da Universidade Federal de  
Campina Grande - UFCG como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de  
Bacharel em Odontologia.

Data de aprovação: 05/12/17

**BANCA EXAMINADORA**

Luanna Abílio Diniz Melquiades de Medeiros

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Luanna Abílio Diniz Melquiades de Medeiros – Orientadora  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Gymenna Maria Tenório Guênes

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Gymenna Maria Tenório Guênes – 1º Membro  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Fátima Roneiva Alves Fonseca

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fátima Roneiva Alves Fonseca – 2º Membro  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

*Á Deus, o meu porto seguro.*

*Aos meus queridos pais, Evandro e Luciana.*

*Aos meus avós, Ilassee de Freitas e Maria  
Santinha Alves (in memoriam), Luiza Maximo  
e Gregório Alves.*

## **AGRADECIMENTOS**

### **À Deus**

Por ter me dado uma família cheia de amor e compreensão, por me dado força para chegar até aqui com saúde, por iluminar meus caminhos cheios de oportunidades e por me cerca de pessoas que torcem por mim.

### **À Painho e Mainha**

Por todo apoio, toda confiança, todo amor e todo carinho. Também pelos exemplos, pelos ensinamentos, como também pelas orações. Por terem muitas vezes renunciado seus sonhos para eu pudesse realizar os meus.

### **Ao meu noivo Ary Gonçalves Pereira Neto**

Por me compreender e por me incentivar, por ter torcido e comemorado comigo cada etapa vencida.

### **Ao Meu Irmão**

Pelo amor incondicional, pelos beijos e abraços carinhosos e pela toda torcida de cada dia.

### **Aos demais familiares**

Pela torcida, apoio e compreensão.

### **Ao CERTBIO**

Por permitir realizar esse projeto.

### **À minha orientadora Profa. Dra. Luanna Abilío Diniz Melquiedes de Medeiros**

Por ter acreditado em mim e nunca ter deixado que eu desanimasse nos momentos de dificuldades que tive no desenvolvimento da pesquisa. Pelo zelo e cuidado sempre dispensados. Por, literalmente, me pegar pelas mãos e me ensinar tudo aquilo que eu não sabia, por sempre ter belas palavras para me falar. E também por muitas conversas construtivas. Minha eterna gratidão.

### **Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Lia Fook**

Por permitir que esse projeto acontecesse da melhor forma possível, por sempre está ali para dar sua contribuição, seja em um aperto de mão ou com belas palavras.

### **À Prof. Msc. Rosana Araújo Rosendo**

Por ter me orientado mesmo não sendo minha orientadora e por sempre está ali pronta para ajudar. Pelo exemplo de organização e competência.

### **À Dayana Kelly Marques de Oliveira**

Por sua ajuda fundamental e seu interesse em sempre ajudar, minha eterna gratidão. Tenho certeza que você terá um futuro brilhante.

### **Aos membros do CERTBIO**

Todos sem exceção de nenhum foram bastante acolhedores no laboratório. Sempre dispostos a ajudarem.

### **Aos professores que fizeram parte da banca**

Profa. Dra. Gymenna Tenório, Profa. Dra. Fátima Roneiva, pela disponibilidade e por terem agregado conhecimento ao meu trabalho.

### **À Andrezza Moura**

Foi por ela que tive a oportunidade de realizar essa grande pesquisa, que ainda terá grandes frutos. Tenho muitas coisas a agradecer por todo apoio, por todos os conselhos, por toda amizade, por toda lealdade, por sempre me achar engraçada, por sempre está ali disposta a me ajudar em qualquer coisa. Minha eterna gratidão. E saiba sempre estarei aqui para retribuir tudo. E todo sucesso nessa nova fase da sua vida, vida de mestranda, um orgulho para todos.

### **À Mylena Régis**

Por todo companheirismo durante esse projeto, desde 5 da manhã até 18 horas da tarde. Por me dar um lar para dormir, quando eu precisei ficar em campina, por todas vezes que fez o meu trabalho no CERTBIO, para eu não ter que ir a Campina Grande, por todos almoços na sua residência também. Minha eterna gratidão. Desejo todo sucesso na sua carreira.

### **Ao Alberto Sousa**

Por toda ajuda, inclusive para escrever esse TCC, por todas os momentos engraçados, que não é difícil com você.

**Aos meus amigos da faculdade, especialmente: Yasmin Veras, Gabriellen Barros, Tuanny Silvestre e Martha Gerusa** que me ajudaram em todos os momentos alegres como tristes. Que sempre me apoiaram e me aconselharam também. Amo todas.

### **Aos demais**

Que não foram citados, mas que de alguma forma, contribuíram para a realização deste grande sonho. O meu muito obrigado.

Essa vitória é nossa!

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço,  
e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça”.

(Isaías 41:10)

## RESUMO

O objetivo foi desenvolver e avaliar esferas de quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz) para aplicação como biomaterial. A espécie vegetal foi coletada, identificada botanicamente e usada para obtenção do extrato alcoólico bruto. Utilizou-se a técnica de Geleificação Ionotrópica para obtenção das esferas de quitosana e quitosana com extrato alcoólico bruto de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (EAB). Após confecção das mesmas; foram formados três grupos de esferas, um grupo de quitosana pura; um de quitosana com concentração menor de EAB e outro de quitosana com concentração maior de EAB. As mesmas foram caracterizadas por Microscopia Óptica (MO), Compressão e Difração de raio x (DRX). A MO mostrou esferas mais escuras à medida que inseria o EAB. A DRX mostrou que a cristalinidade das esferas aumentou à medida que adição do EAB era maior. Com relação à compressão, observou-se que a adição de uma menor quantidade de EAB provocou a diminuição da extensão compressiva de resistência à tração e do tempo em resistência à tração enquanto que o acréscimo de uma maior quantidade de EAB provocou o aumento destas medidas. Conclui-se que foi possível o desenvolvimento de esferas quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz), as mesmas foram aumentando sua cristalinidade e coloração à medida que se adicionou o EAB e o acréscimo do EAB influenciou alguns valores do teste de compressão.

**Palavras-chave:** Quitosana, Plantas medicinais e Regeneração óssea.

## ABSTRACT

This work aimed to develop and evaluate chitosan beads/*Dysphania ambrosioides* (L.) *Mosyakin & Clemants* (mastruz) for application as biomaterial. The plant species was collected, botanically identified and used to obtain the crude alcohol extract. It was used the Ionotrope Gelation method in order to obtain the chitosan beads and chitosan with crude alcohol extract of *Dysphania ambrosioides* (L.) *Mosyakin & Clemants*. After the beads preparation; Three groups of them were formed, a group of pure chitosan; One of chitosan with lower concentration of crude alcohol extract and another of chitosan with higher concentration of crude alcohol extract. They were characterized by Optical Microscopy (OM), Compression and X-ray Diffraction (XRD). The OM showed darker beads as it inserted crude alcohol extract. The XRD showed that the crystallinity of the beads increased as crude alcohol extract addition was higher. Regarding the compression, it was observed that the addition of a smaller amount of crude alcohol extract caused a decrease in the compressive extension of tensile strength and time in tensile strength, while the addition of a higher amount of crude alcohol extract caused the increase of these measures. It was concluded that it was possible to develop beads of chitosan/*Dysphania ambrosioides* (L.) *Mosyakin & Clemants* (mastruz), increasing their crystallinity and coloration as crude alcohol extract was added and the addition of crude alcohol extract influenced some of the values of the compression test.

**Keywords:** Chitosan, Medicinal Plants and Bone Regeneration.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b> (A) espécie vegetal no horto de plantas medicinais do (IPeFarM) (B) excisata depositada no herbário CSTR .....	28
<b>Figura 2</b> – (A) espécie vegetal cortada para pesagem e (B) adição de etanol 95% .....	28
<b>Figura 3-</b> (A) recipiente contendo o extrato e (B) imagem superior do recipiente contendo o extrato.....	29
<b>Figura 4-</b> (A) pesagem de 30g de quitosana, (B) 15mL de ácido acético glacial, (C) 1,5L de solução a 1% (v/v) de ácido acético glacial e (D) solução de quitosana com ácido acético sob agitação mecânica .....	29
<b>Figura 5-</b> (A) acréscimo do EAB na solução de quitosana e (B) a mistura sob agitação mecânica .....	29
<b>Figura 6-</b> (A) seringas com a solução a 5% de EAB a direita e 20% de EAB a esquerda, (B) conjunto (seringa/agulha/solução) acoplada na bomba de infusão e (C) formação das esferas.....	30
<b>Figura 7-</b> Esferas em repouso na solução de TTP a 5% .....	30
<b>Figura 8-</b> (A) esferas sendo despejadas na peneira após a lavagem com água destilada (B) esferas na peneira.....	30
<b>Figura 9-</b> (A) remoção do excesso de água e (B) esferas prontas para serem levadas à estufa.....	31
<b>Figura 10-</b> (A) Tubos contendo esferas de quitosana e quitosana com EAB (da esquerda para direita): (Q0), (Q20) e (Q5) e (B) esferas separadas nos eppendorfs .....	31
<b>Figura 11</b> – Difratoograma das amostras Q0, Q5, Q20 e EAB obtidas no laboratório CERTBIO .....	33
<b>Figura 12</b> – Imagens das esferas no MO com aumento de 40X. (A) Esferas de quitosana, (B) Esferas quitosana +5% EAB e (C) Esferas quitosana +20% EAB.....	33
<b>Figura 13</b> – Imagens das esferas no MO com aumento de 40X. (A) Esferas de quitosana, (B) Esferas quitosana +5% EAB e (C) Esferas quitosana +20% EAB.....	34
<b>Figura 14</b> – Imagens das esferas no MO com aumento de 160X. (A) Esferas de quitosana- Altura:1079um e Diâmetro: 1086um, (B) Esferas quitosana +5% EAB- Altura: 1107um e Diâmetro: 1064um e (C) Esferas quitosana +20% EAB- Altura: 921um e Diâmetro: 949um.....	34

**Figura 15** – Máxima carga compressiva (em mm) das esferas de quitosana incorporadas com diferentes concentrações do extrato de *Dysphania ambrosioides* L. (mastruz). Barras indicam média (mm) e  $\pm$  desvio-padrão.....35

**Figura 16** – Tempo máximo de resistência (em seg) das esferas de quitosana incorporadas com diferentes concentrações do extrato de *Dysphania ambrosioides* L. (mastruz). Barras indicam média (seg) e  $\pm$  desvio-padrão.....35

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Identificação dos grupos formados.....	31
Tabela 2 - Parâmetros cristalográficos para o cálculo da cristalinidade nas amostras Q0, Q5, Q20 e EAB.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

**APG III-** Angiosperm Phylogeny Group

**CERTBIO-** Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste

**CS-HA-** Esferas de quitosana/hidroxiapatita

**CSTR-** Centro de Saúde e Tecnologia Rural

**Deg-** Grau em relação ao ângulo

**DRX-** Difração de Raios X

**EAB-** Extrato alcoólico bruto

**et al. -** Colaboradores

**g-** Gramas

**GlcN-** N-acetil-D-Glicosamina

**h-** Horas

**IperFarM-** Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos

**ISCD-** Inorganic Crystal Structure Database

**kV-** Quilovolts

**L-** Litros

**LDL-** Low Density Lipoproteius

**m/v-** Massa por volume

**mA-** Miliamperagem

**mL –** Mililitro

**mL/L-** Mililitro por Litro

**mm-** Milímetro

**mm/min-** Milímetro por minutos

**MO-** Microscopia óptica

**N-** Newton

**°C -** Grau

**OMS-** Organização Mundial de Saúde

**p -** Valor de Significância Estatística

**PB –** Paraíba

**PBS-** Phosphate Buffered Saline

**Q0-** Grupo de esferas sem adição do EAB

**Q20-** Grupo de esferas com adição de 20% de EAB

**Q5-** Grupo de esferas com adição de 5% de EAB

**rpm-** Rotação por minuto

**seg-** Segundos

**TTP-** Tripolifosfato de Sódio

**UFCG** - Universidade Federal de Campina Grande

**UFPB-** Universidade Federal da Paraíba

**v/v-** Volume por volume

**X-** Aumento da imagem

**%** - Símbolo Matemático de Porcentagem (por cento)

**<** - Símbolo Matemático de Menor que

**=** - Símbolo Matemático de Igualdade

**±** - Símbolo Matemático de Mais ou menos

**μm** - Micrómetro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	19
2.1 BIOMATERIAIS .....	19
2.2 ESFERAS DE QUITOSANA .....	19
2.3 PLANTAS MEDICINAIS .....	20
2.4 <i>DYSPHANIA AMBROSIOÍDES (L.) MOSYAKIN CLEMENTS-MATRUZ</i> .....	21
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23
<b>3 ARTIGO</b> .....	26
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
<b>ANEXO A – Normas de Submissão da Revista Matéria</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O termo biomaterial possui várias definições por diversos autores. Dentre estas definições, encontra-se que os mesmos são constituídos por materiais quimicamente modificados, tanto na forma de sólidos quanto de géis, pastas ou mesmo líquidos, assim como compostos de origem sintética ou natural. E são materiais que entram em contato com organismo do ser humano, com utilizações cirúrgicas ou terapêuticas, vacinas e diagnósticas (PIRES, BIERHALZ, MORAIS, 2015).

São exemplos de biomateriais: dispositivos para liberação de medicamentos (na forma de filmes, implantes subdérmicos e partículas), materiais implantáveis (como suturas, placas, substitutos ósseos, tendões ou telas), órgãos artificiais (como, rim, fígado, pâncreas) e curativos, dentre outros exemplos (PIRES, BIERHALZ, MORAIS, 2015).

Aqueles desenvolvidos à base de alguns polímeros, como: celulose, colágeno, alginato e quitosana; apresentaram a capacidade de envolvimento natural no tecido lesado, assim como no tecido em formação, para promover a cicatrização. Além disso, apresentam propriedades antimicrobianas intrínsecas e distintas possibilidades de ligações para mediadores inflamatórios (citosinas, proteases e radicais livres) (WIEGAND, HÍPLER, 2010).

Os biomateriais que atuam no tecido ósseo são complexos que proporcionam restituir uma função do organismo, tratar e/ou trocar o tecido. Para isso, devem possuir algumas características, como: compatibilidade biológica; evitar colonização por patógenos locais ou infecção cruzada; ser osteogênico, ou seja, facilitar o crescimento de células ósseas e fornecer uma estrutura para neoformação óssea; ser reabsorvível e osteotrópico (MARTINS et al., 2010).

Dentre esses, a quitosana, foi examinada por pesquisadores que investigaram a regeneração óssea e a mesma demonstrou um grande potencial osteogênico, considerada um biomaterial osteoindutor, visto que ela maximizou o reparo ósseo. (AZEVEDO, 2013; GE, 2016; PENHA, 2017). A quitosana é composta dos monômeros N-acetil-D-glicosamina (GlcN) e pode ser obtida por meio da desacetilação da quitina encontrada abundantemente nos exoesqueletos de crustáceos, como o camarão e o caranguejo (ABREU et al., 2013).

A quitosana tem sido amplamente estudada para engenharia de tecido ósseo porque é

biocompatível, biodegradável, e também favorece a osteocondução, (CROISIER 2013; LEVENGOOD, 2014); atóxica e de grande importância econômica e ambiental (ABREU et al., 2013); e ainda por possuir a capacidade de ser processada de várias formas, como: membranas, filmes, fios, entre outros (OLIVEIRA, 2006).

Outras substâncias que estão se destacando na área da saúde são os fitoterápicos (BRASILEIRO et al., 2008), estes juntamente com os biomateriais osteoindutores atuam como um agente potencializador, acelerando a regeneração óssea (DAHAABREH et al., 2009).

Dentre as razões pelas quais está havendo um grande crescimento no uso de fitoterápicos, pode-se citar: uma cultura baseada em consumo de produtos naturais como uma proposta de cura por meio de plantas medicinais e uma preocupação global com o desenvolvimento sustentável (SOUZA, 2013).

Dentre as plantas medicinais, o mastruz (*Dysphania Ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clements) mostrou propriedades de interesse na área odontológica; como acelerador de reparação óssea (PENHA, 2017); bem como anti-inflamatório, capacidade de reduzir o processo de abcesso, necrose e de polimorfonucleares (SOUSA, 2010).

Diante dos resultados promissores encontrados na literatura tanto para a quitosana quanto para o mastruz (*Dysphania Ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clements) no que se refere a reparação óssea, objetivou-se desenvolver e avaliar esferas para uma possível aplicação como biomaterial.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 BIOMATERIAIS

Nos últimos anos a demanda por materiais que possam ser utilizados em regeneração dos tecidos têm ganhado bastante dedicação por parte dos pesquisadores, devido as boas respostas que vêm mostrando. Além do destino de aplicação dos biomateriais, é imprescindível observar suas propriedades, sendo possíveis mudá-las com a intenção de satisfazer a função desejada priorizando outras propriedades; dentre elas, a biofuncionalidade e a biocompatibilidade. Metais, polímeros, entre outros materiais, são componentes dos biomateriais bem como suas associações para aprimorar as propriedades (SILVA et al, 2016).

A quitosana, nos últimos anos tem sido altamente empregada em várias áreas, como na Odontologia em elaborações de guta percha, colutórios e cimentos dentários, como também na área biomédica na veiculação de medicamentos. A grande competência e o valor industrial deste biopolímero tem levado sua aplicação com interesse tecnológico (TAVARIA et al., 2013).

### 2.2 ESFERAS DE QUITOSANA

Segundo Silva et al. (2016) a cadeia polimérica da quitosana é semelhante aos polissacarídeos e proteínas, tipo linear. A quitosana é constituída por cadeias poliméricas individuais que são mantidas juntas por ligações relativamente fracas, como ligações dipolo-dipolo e forças de Van der Waals, considerando assim termoplástica. É um copolímero complexo por N-acetil-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranosose e 2- amino-2-desoxi-D-glucopiranosose, onde as unidades estão ligadas por (1→4) -β- glicosídica podendo ser dissolvido por solvente ou processada por técnicas usuais formando nanofibras (ROLANDI, 2014) e nanopartículas (HUANG, 2015).

Devido ser um material atóxico, biodegradável e biocompatível (GE et al., 2016; FRAGA et al., 2011), como também sua capacidade em agilizar a regeneração óssea (JAYAKUMAR et al., 2011), a quitosana possui diversas finalidades. Além disso, mostra propriedades desejáveis como, a bioatividade (JAYAKUMAR et al., 2011). Em algumas pesquisas nas quais aplicou-se a quitosana foi possível ver a nova formação óssea, confirmando o seu potencial de biomaterial osteindutor (FRAGA et al., 2011; AZEVEDO et al., 2013). Esse polímero também possui o potencial de controlar a liberação dos agentes

ativos e recusar a utilização de solventes orgânicos durante a sinopse de partículas, devido à sua solubilidade em meio aquoso (DASH et al., 2011).

Tem suas aplicações na área de Medicina e Farmácia, devido suas propriedades como: ação antimicrobiana, antioxidante, bioadesão e biocompatibilidade. Além disso, tem baixo custo de produção, tornando-a ecologicamente viável e sendo encontrada em abundância na natureza, com isso ficou bastante interessante ser usada em várias áreas, como a Odontologia, em que foi pesquisada como membrana de barreira para terapia periodontal e como agente de administração de mucosa oral para clorexidina. Cabe salientar que ela tem também a capacidade de quelante para diferentes íons metálicos em meio ácido (VINEETA, GUPTA, CHANDRA, 2014).

Medeiros et al., (2016) produziram esferas de quitosana por meio de geleificação ionotrópica e escolheu como agente de coagulação, o Tripolifosfato de Sódio (TTP), por ser um agente atóxico em relação aos demais como glutaraldeído, que mostra toxicidade fisiológica. As moléculas de TTP reagem negativamente com os grupos amino positivos da quitosana, obtendo a construção das esferas. Essa técnica de produção das esferas é considerada por outros autores reproduzível e viável (MA e LIU, 2010).

Pesquisadores empregam a quitosana junto com diferentes conteúdos como fatores de crescimento, outros biomateriais ou fitoterápicos, no intuito de juntar as vantagens isoladas de cada um para formar um biomaterial com características esperadas para conceder sua utilidade clínica (GE et al., 2004; AZEVEDO et al., 2013).

## 2.3 PLANTAS MEDICINAIS

A Organização Mundial de Saúde (OMS) afirma que plantas medicinais são aquelas que executam algum tipo de atividade farmacológica, devido possuírem um de seus órgãos, ou toda a planta, estruturas que podem ser manipuladas pelo ser humano ou pelo animal, por qualquer via ou sob qualquer forma (OMS, 2003).

A OMS calculou que 80% da população consome plantas medicinais, com isso é importante cada vez mais aprimorar e desenvolver terapias a base destas, que serviram para progressos da saúde (BHUSAN et al., 2010) de acordo com a V Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose; os antioxidantes, um deles os flavonoides podem prevenir a aterosclerose por bloquear a oxidação do Low Density Lipoproteius (LDL), reduzindo sua aterogenicidade, e por seguinte, o risco da doença arterial coronária (XAVIER et al., 2013).

A grande dedicação do mundo em utilizar plantas medicinais vem provocando pesquisadores a produzir várias pesquisas multidisciplinares envolvendo plantas medicinais dentre estas, pode-se destacar a *Dysphania Ambrosioides* (L.) Mosyakin Clements- Matruz (LEAL, 2008).

#### 2.4 *DYSPHANIA AMBROSIOIDES* L. *MOSYAKIN & CLEMANTS - MASTRUZ*

Segundo a APG III - *Angiosperm Phylogeny Group*, isto é o Grupo para a Filogenia das Angiospermas; o mastruz não se encontra mais no gênero *Chenopodium* e sim no gênero *Dysphania*, sendo *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants o nome aceito e correto atualmente, em substituição à *Chenopodium ambrosioides* L. (APG III, 2009). Tal atualização também se encontra disponível na Lista de Espécies da Flora do Brasil a qual é parte integrante do Programa REFLOA (SENNA, 2015).

Pesquisas confirmam que a planta tem propriedades antibacteriana (BRITO, CARVALHO, ALBUQUERQUE, 2007), antineoplásica (NASCIMENTO et al., 2006), cicatrizante (MATOS, 2011), e antihelmíntica (BRITO, CARVALHO, ALBUQUERQUE, 2007).

No Brasil, o *Dysphania Ambrosioides* (L.) *Mosyakin Clements*, atualmente chamado de *Dysphania ambrosioides* (L.), tem muitos nomes: Ambrósia, Quenopódio, Erva-de-Santa Maria, Erva-Pomba-Rola, Erva-Formigueira, Chá-do-México, Mastruço, Mastruz, Erva-Matapulga e Uzaidela (LIMA, MAGALHÃES, SANTOS, 2011).

Essa espécie libera muitos metabólicos secundários o que condiz com suas funções farmacológicas, tais como: triterpenóides, óleo essencial, esteróides, flavonóides, fenólicos, catequinas e taninos, sendo os princípios ativos que garante suas propriedades terapêuticas (MARINS et al., 2011).

No Nordeste do Brasil, onde são muito utilizadas, as folhas de mastruz, são bastante utilizadas trituradas com leite no liquidificador para tratamento de algumas doenças; principalmente, gripe e fraturas ósseas. Além disso, as folhas podem ser colocadas sobre o local da fratura, com o intuito de acelerar sua reparação óssea. Por esse último modo, (PINHEIRO NETO et al, 2015) analisou coelhos com a cataplasma de mastruz colocando em cima do defeito ósseo e confirmou que o (*Chenopodium ambrosioides*) é um agente terapêutico ótimo para regeneração óssea.

Na pesquisa realizada por Sousa (2010), o mastruz estimulou a reparação óssea por meio de proliferação fibroblástica e provoca a osteogênese do osso alveolar. Também

demonstrou efeitos cicatrizante e anti-inflamatório, propiciando o reparo dos tecidos pulpar e periodontal de dentes reimplantados de ratos.

Em outra pesquisa cuja função foi analisar o extrato hidroalcoólico do matruz (*Dysphania Ambrosioides* (L.) Mosyakin Clements) no desenvolvimento do reparo ósseo de ratos, confirmou-se que o reparo mais acelerado ocorreu no grupo que usou o extrato do matruz (PENHA, 2017).

## REFERÊNCIAS

- ABREU, F. O. M. D. S., CASTRO, A. M., et al. Propriedades e características da quitosana obtida a partir do exoesqueleto de caranguejo-uçá utilizando radiação de micro-ondas. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v.23, n.5, p.630–635, 2013.
- APG III. An up date of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Bot. J. Linn. Soc.**, v.161, n. 2, p.105-121, 2009.
- AZEVEDO, A. S.; SÁ, M. J. C.; FOOK, M. V. L., et al. Hidroxiapatita e quitosana isoladas e associadas à medula óssea no reparo do tecido ósseo em coelhos: Estudo histológico e morfométrico. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1265-1270, 2013.
- BHUSAN, M. *et al.* An analytical review of plants for anti diabetic activity with their phytoconstituent & mechanism of action. **Internacional Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v.1, 2010.
- BRASILEIRO. B.G, PIZZIOLO. V. R, MATOS. D. et al. Plantas Medicinais utilizadas pela população atendida no Programa de Saúde da Família. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 629-636, 2008.
- BRITO, M. V. H.; CARVALHO, D. S.; ALBUQUERQUE, A. M. M. Efeito do extrato de mastruz em culturas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Revista Paraense De Medicina**, v. 21, n. 1, p.21-25, 2007.
- CROISIER, F., JÉRÔME, C., Chitosan-based biomaterials for tissue engineering, **European Polymer Journal**, v. 49, p.780–792, 2013.
- DAHABREH. Z, CALORI. G. M, KANAKARIS. N. K, NIKOLAW. V. S, GIANNOUSDIS. P. V. A cost analysis of treatment of tibial fracture nonunion by bone grafting or bone morphogentic protein-7. **International Orthopaedics**, v. 33, p. 1407-1414, 2009.
- DASH, M.; CHIELLINI, F.; OTTENBRITEB, R. M.; CHIELLINI, E. Chitosan - A versatile semi-synthetic polymer in biomedical Applications. **Progress in Polymer Science**, v. 36, p. 981–1014, 2011.
- FRAGA A. F.; ALMEIDA FILHO E.; RIGO E. C. D.; BOSCHI A. O. Synthesis of chitosan/hydroxyapatite membranes coated with hydroxycarbonate apatite for guided tissue regeneration purposes. **Applied Surface Science**, v. 257, n. 9, p.3888-3892, 2011.
- GE, Z.; BAQUENARDS, S.; LIM, L. Y.; WEE, A.; KHOR, E. Hydroxyapatite-chitin materials as potential tissue engineered bone substitutes. **Biomaterials**, v. 25, n. 6, p.1049-1058, 2004. Disponível em: <<http://link.periodicos.capes.gov.br.ez15.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl3>>. Acesso em: 12 maio 2016.
- HUANG, Y., KUO, T. “O-carboxymethyl chitosan/fucoidan nanoparticles increase cellular curcumin uptake”. **Food Hydrocolloids**, p.1-9, 2015.

- JAYAKUMAR, R.; RAMACHANDRAN, R.; P.T. KUMAR, S.; et al. Fabrication of chitin-chitosan/nano ZrO<sub>2</sub> composite scaffolds for tissue engineering applications. **Int J Biol Macromol**, v. 49, n.3, p. 274-280, 2011.
- LEAL, J. S. Estudo etnofarmacológico das espécies medicinais *Cleome spinosa*, *Pavonia varians* e *Croton cajucara*. **Tese** (Doutorado em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- LEVENGOOD, S.K.L., ZHANG, M.Q., Chitosan-based scaffolds for bone tissue engineering, **Journal of Materials Chemistry B**, v. 2, p.3161–3184, 2014.
- LIMA, A. L.; MAGALHÃES, S.A.; SANTOS, M.R.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais utilizadas na cidade de Vilhena, Rondônia. **Revista Pesquisa & Criação**, v.10, p.165-179, 2011.
- MA, L.; LIU, C. Colloids and Surfaces: **Biointerfaces**, v.75, n.448, 2010.
- MARINS, A. K.; VIEIRA, D. F.; QUADROS, I. P. S.; et al. **Prospecção fitoquímica das partes aéreas da Erva-de-Santa-Maria (*Chenopodium ambrosioides* L.)** In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e Encontro Latino Americano de Pós Graduação, Alegre, Espírito Santo, v. 15, p.1-5, 2011.
- MARTINS, J. V.; PERUSSI, M. R.; ROSSI, A. C.; et al. Principais biomateriais utilizados em cirurgia de levantamento de seio maxilar: abordagem clínica. **Rev. Odontol. Araçatuba**, v. 31, n.2, p. 22-30 2010.
- MATOS, J. A. L. Potencial biológico de *Chenopodium ambrosioides* L. (Erva - de - Santa - Maria). **Tese** (Doutorado de Química). Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2011.
- MEDEIROS, L.A.D.M; BARBOSA, R.C; ROSENDO, R.A; OLIVEIRA, D.K.M; VIANA, F.A.C; FOOK, M.V.L. Esferas de quitosana/D. Ambrosioides (mastruz) para aplicação como biomaterial. **Rev. Bras. Odontol**, v.73, n.2, p.1984-3747, 2016.
- NASCIMENTO, F. R.; CRUZ, G. V.; PEREIRA, P. V.; et al. Ascitic and solid Ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment. **Life Sciences**, v.78, n. 22, p.2650-2653, 2006.
- OLIVEIRA, I. R. W. Z., VIEIRA, I. C. Construção e aplicação de biossensores usando diferentes procedimentos de imobilização da peroxidase de vegetal em matriz de quitosana. **Química Nova**, v.29, n.5, p.932–939, 2006.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (BPAR) de plantas medicinales, Ginebra, 2003.
- PENHA, E. S.; SANTOS, R. L.; CARVALHO, M. G. F.; OLIVEIRA, P. T. Effect of *Chenopodium ambrosioides* on the healing process of the in vivo bone tissue. **Wiley Periodicals**, v.80, n.7, p 669-819, 2017.

- PINHEIRO NETO, V. F.; RIBEIRO, R. M.; MORAIS, C. S, et al. *Chenopodium ambrosioides* in the repair of fractures in rabbits. **International Journal of Pharmacology**, v. 11, n. 7, p.732-737, 2015.
- PIRES A.L.R, BIERHALZ A.C.K, MORAIS A.M. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. **Quim. Nova**, v. 38, n.7, p. 957-971, 2015.
- ROLANDI. M, ROLANDI. R. “Self-assembled chitin nanofibers and applications”. **Advances in Colloid and Interface Science**, v.207, p. 216-222, 2014.
- SENNA, L. *Chenopodium* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4313>>. Acesso em: 31 Ago 2015.
- SILVA. M. C, NASCIMENTO. I, RIBEIRO. V. S, FOOK. M. V. L. Avaliação do método de obtenção de scaffolds quitosana/curcumina sobre a estrutura, morfologia e propriedades térmicas. **Revista Matéria**, v.21, n. 03, p.566-568, 2016.
- SOUSA, J. N. L. Ação da aroeira (*schinus terebinthifolius raddi*) e do mastru (*chenopodium ambrosioides l*) no processo de reparo de dentes de ratos reimplantados. **Tese** (Mestrado em Odontologia). Universidade Potiguar, Natal, 2010.
- SOUZA, D.R. O conhecimento sobre fitoterápicos no tratamento de feridas. **Tese** (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.
- TAVARIA F.K, COSTA E.M, PINA-VAZ I, et al. A quitosana como biomaterial odontológico: estado da arte. **Rev. Bras. Eng. Bioméd**, v. 29, n.1, 2013.
- VINEETA. N, GUPTA. S, CHANDRA. A. Retrievality of calcium hydroxidde intracanal medicament with chitosan from root canals: An in vitro CBCT volumetric analysis. **J Conserv Dent**, v.17, n. 5, p. 454-457, 2014.
- WIEGAND, C.; HIPLER, U. Polymer- based Biomaterials as Dressings for Chronic Stagnating Wounds. **Macromolecular Symposia**, v. 294, n 2, p. 1–13, 2010.
- XAVIER. H. T, IZAR. M. C, FARIA NETO. J. R, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arq Bras Cardiol**, v.101, n.4, p.1-22, 2013.

### 3 ARTIGO

## Desenvolvimento e avaliação de esferas de quitosana/*Dysphania Ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clements para possível aplicação como biomaterial.

### Development and evaluation of chitosan beads/*Dysphania Ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clements to obtain application as biomaterial.

Luanna Abílio Diniz Melquides de Medeiros<sup>1</sup>, Ana Beatriz Maximo Figueiredo<sup>2</sup>, Rosana Araújo Rosendo<sup>3</sup>, Mylena Araújo Régis<sup>4</sup>, Marcus Vinícius Lia Fook<sup>5</sup>, Rossemberg Cardoso Barbosa<sup>6</sup>, Arthur Willian de Lima Brasil<sup>7</sup>, Klaydson Antônio Sousa Farias<sup>8</sup>.

<sup>1</sup>Professora Adjunto da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, Rua João Soares, nº 127 Bairro Brasília, CEP: 58.700-350, Patos-PB. e-mail: luannaabiliod@gmail.com

<sup>2</sup> Aluno de graduação do curso de bacharelado em Odontologia, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Floriano Peixoto, nº 112 Bairro Brasília, Ap: 606, CEP: 58700-300, Patos-PB. e-mail: [anabiamf22@yahoo.com](mailto:anabiamf22@yahoo.com)

Professora Adjunto da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, Rua Pedro Firmino, S/N, Bairro Salgadinho, CEP: 58.700-350, Patos-PB. e-mail: [cesprodonto@hotmail.com](mailto:cesprodonto@hotmail.com)

---

#### RESUMO

O objetivo foi desenvolver e avaliar esferas de quitosana/*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz) para aplicação como biomaterial. A espécie vegetal foi coletada, identificada botanicamente e usada para obtenção do extrato alcoólico bruto. Utilizou-se a técnica de Geleificação Ionotrópica para obtenção das esferas de quitosana e quitosana com extrato alcoólico bruto de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (EAB). Durante a confecção das mesmas; foram formados três grupos de esferas, um grupo de quitosana (Q0); um de quitosana com 5% de EAB (Q5) e outro de quitosana com 20% de EAB (Q20). As mesmas foram caracterizadas por Difração de Raio X (DRX), Microscopia Óptica (MO) e Compressão. A DRX mostrou que a cristalinidade das esferas aumentou no grupo Q5 e ainda mais no grupo Q20 em relação ao grupo Q0. A MO mostrou esferas mais escuras à medida que inseriu o EAB, aumentando esse escurecimento com a ampliação da concentração do extrato. Com relação à compressão, observou-se que no grupo Q5; o EAB provocou a diminuição da extensão compressiva de resistência à tração e do tempo em resistência à tração, enquanto que no grupo com 20% de EAB houve aumento destas medidas.

Conclui-se que foi possível o desenvolvimento de esferas quitosana/*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz), as mesmas foram aumentando a cristalinidade e escurecendo à medida que se adicionou o EAB e o acréscimo do EAB influenciou alguns valores do teste de compressão.

**Palavras-chave:** Quitosana, Plantas medicinais e Regeneração óssea.

---

#### ABSTRACT

This work aimed to develop and evaluate chitosan beads/*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz) for application as biomaterial. The plant species was collected, botanically identified and used to obtain the crude alcohol extract. It was used the Ionotrope Gelation method in order to obtain the chitosan beads and chitosan with crude alcohol extract of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants. After the beads preparation; Three groups of them were formed, a group of pure chitosan; One of chitosan with lower concentration of crude alcohol extract and another of chitosan with higher concentration of crude alcohol extract. They were characterized by Optical Microscopy (OM), Compression and X-ray Diffraction (XRD). The OM showed darker beads as it inserted crude alcohol extract. The XRD showed that the crystallinity of the beads increased as crude alcohol extract addition was higher. Regarding the compression, it was observed that the

addition of a smaller amount of crude alcohol extract caused a decrease in the compressive extension of tensile strength and time in tensile strength, while the addition of a higher amount of crude alcohol extract caused the increase of these measures.

It was concluded that it was possible to develop beads of chitosan/*Dysphania ambrosioides* (L.) *Mosyakin & Clemants* (mastruz), increasing their crystallinity and coloration as crude alcohol extract was added and the addition of crude alcohol extract influenced some of the values of the compression test.

**.Keywords:** Chitosan, Medicinal Plants and Bone Regeneration.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O termo biomaterial possui várias definições por diversos autores. Dentre estas definições, encontra-se que os mesmos são constituídos por materiais quimicamente modificados, tanto na forma de sólidos quanto de géis, pastas ou mesmo líquidos, assim como compostos de origem sintética ou natural. E são materiais que entram em contato com organismo do ser humano, com utilizações cirúrgicas ou terapêuticas, vacinas e diagnósticos [1].

São exemplos de biomateriais: dispositivos para liberação de medicamentos (na forma de filmes, implantes subdérmicos e partículas), materiais implantáveis (como suturas, placas, substitutos ósseos, tendões ou telas), órgãos artificiais (como, rim, fígado, pâncreas) e curativos, dentre outros exemplos [1].

Aqueles desenvolvidos à base de alguns polímeros, como: celulose, colágeno, alginato e quitosana; apresentaram a capacidade de envolvimento natural no tecido lesado, assim como no tecido em formação, para promover a cicatrização. Além disso, apresentam propriedades antimicrobianas intrínsecas e distintas possibilidades de ligações para mediadores inflamatórios (citosinas, proteases e radicais livres) [2].

Os biomateriais que atuam no tecido ósseo são complexos que proporcionam restituir uma função do organismo, tratar e trocar o tecido. Para isso, deve possuir algumas características, como: compatibilidade biológica; evitar colonização por patógenos locais ou infecção cruzada; ser osteogênico, ou seja, facilitar o crescimento de células ósseas e fornecer uma estrutura para neoformação óssea; ser reabsorvível e osteotrópico [3].

Dentre esses, a quitosana, foi examinada por pesquisadores que investigaram a regeneração óssea e a mesma demonstrou um grande potencial osteogênico, considerada um biomaterial osteoindutor, visto que ela maximizou o reparo ósseo [4,5,6]. A quitosana é composta dos monômeros N-acetil-D-glicosamina (GlcN) e pode ser obtida por meio da desacetilação da quitina encontrada abundantemente nos exoesqueletos de crustáceos, como o camarão e o caranguejo [7].

A quitosana tem sido amplamente estudada para engenharia de tecido ósseo porque é biocompatível, biodegradável, e também favorece a osteocondução, [8,9] atóxica e de grande importância econômica e ambiental [7]; e ainda por possuir a capacidade de ser processada de várias formas, como: membranas, filmes, fios, entre outros [10].

Outras substâncias que estão se destacando na área da saúde são os fitoterápicos [11], estes juntamente com os biomateriais osteoindutores atuam como um agente potencializador, acelerando a regeneração óssea [12].

Dentre as razões pelas quais está havendo um grande crescimento no uso de fitoterápicos, pode-se citar: uma cultura baseada em consumo de produtos naturais como uma proposta de cura por meio de plantas medicinais e uma preocupação global com o desenvolvimento sustentável [13].

Dentre as plantas medicinais, o mastruz (*Dysphania Ambrosioides* (L.) *Mosyakin & Clements*) mostrou propriedades de interesse na área odontológica; como acelerador de reparação óssea PENHA [6]; bem como anti-inflamatório, capacidade de reduzir o processo de abscesso, necrose e de polimorfonucleares [14].

Diante dos resultados promissores encontrados na literatura tanto para a quitosana quanto para o mastruz (*Dysphania Ambrosioides* (L.) *Mosyakin & Clements*) no que se refere a reparação óssea, objetivou-se desenvolver e avaliar esferas para uma possível aplicação como biomaterial.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

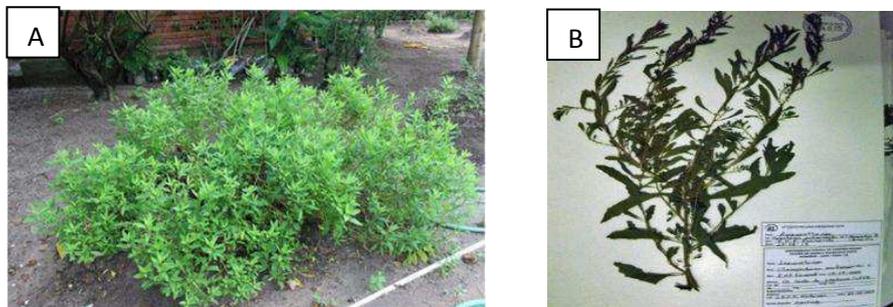
### 1. Materiais

Os materiais utilizados foram quitosana de médio peso molecular – com grau de desacetilação em torno de 90% e grau de cristalinidade de aproximadamente 50% (CERTBIO); ácido Acético Glacial - Neon (Lote 21352), tripolifosfato de sódio - Sigma Aldrich® (Lote 12421JIV), extrato alcoólico de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants e phosphate Buffered Saline (PBS)- pH 7.4 Sigma Aldrich® (Lote SLBC5890).

### 2. Métodos

#### 2.1 Coleta da planta e identificação botânica

A planta foi coletada no horto de plantas medicinais do Instituto de pesquisa em fármacos e medicamentos (IPeFarM) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em João Pessoa- PB, onde a mesma é cultivada e a identificação botânica foi realizada no herbário do Centro de saúde e tecnologia rural (CSTR) da UFCG, localizado na cidade de Patos-PB (Figura 1).



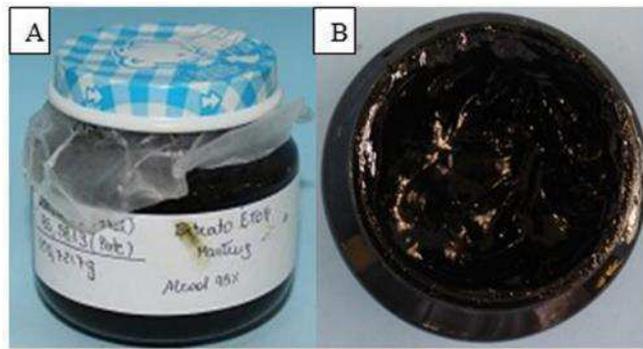
**Figura 1-** (A) espécie vegetal no horto de plantas medicinais do (IPeFarM) (B) exsicata depositada no herbário CSTR (Própria, 2017).

#### 2.2 Obtenção do Extrato Vegetal

Para obtenção do extrato vegetal de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz), partes aéreas (caule, folhas e frutos) de plantas adultas frescas foram colocadas em um percolador de aço inox a temperatura ambiente com etanol a 95% (Figura 2), mantidas em repouso por 72 horas e em seguida filtrado. O líquido resultante da extração foi acondicionado em béquer e transferido para balão volumétrico, este foi levado a um rota evaporador rotatório R-210 BUCHI, à pressão de 64 Bar com temperatura de 50°C por 48 horas. Obtendo-se ao final desta etapa, o material denominado extrato alcoólico bruto (EAB) (Figura 3). Esta etapa foi realizada no Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos (IPeFarM) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em João Pessoa- PB.



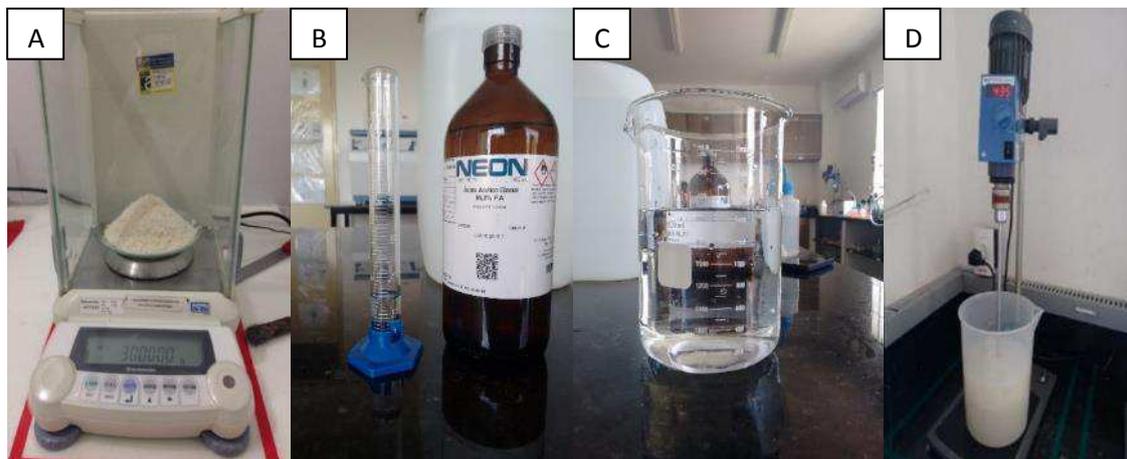
**Figura 2 –** (A) espécie vegetal cortada para pesagem e (B) adição de etanol 95% (Maximo, 2017).



**Figura 3-** (A) recipiente contendo o extrato e (B) imagem superior do recipiente contendo o extrato (Maximo, 2017).

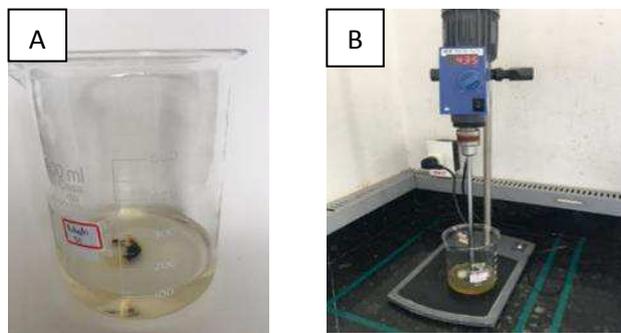
### 2.3 Preparação das esferas de quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants e esferas de quitosana

Para a confecção das esferas quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants, inicialmente foi preparada uma solução de quitosana 2% (m/v) por meio da dissolução de 30g de quitosana em 1,5 litro de solução de ácido acético glacial a 1% (v/v), no agitador mecânico (IKA® RW 20, digital da marca IKA®) durante 24 h a 435 rpm (Figura 4). A quitosana utilizada foi de médio peso molecular, com grau de desacetilação em torno de 90% e grau de cristalinidade de aproximadamente 50%, desenvolvida no próprio CERTBIO (Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste)- UFCG.



**Figura 4-** (A) pesagem de 30g de quitosana, (B) 15mL de ácido acético glacial, (C) 1,5L de solução a 1% (v/v) de ácido acético glacial e (D) solução de quitosana com ácido acético sob agitação mecânica (Maximo, 2017).

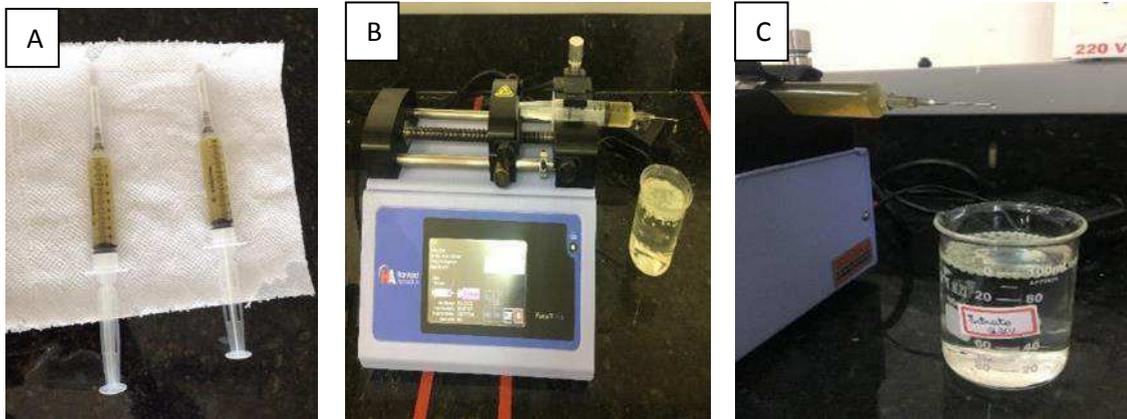
Em seguida foram retiradas porções menores da solução da quitosana, às quais foram adicionadas o EAB sob agitação mecânica (IKA® RW 20, digital da marca IKA®) por 30 minutos a 435 rpm, resultando 100 mL de cada solução com 5% e 20% de EAB com relação à massa da quitosana empregada (Figura 5).



**Figura 5-** (A) acréscimo do EAB na solução de quitosana e (B) a mistura sob agitação mecânica (Maximo, 2017).

Posteriormente às diluições, foi utilizada a técnica de Geleificação Ionotrópica. Para tanto, foram adicionados separadamente,

10 mL de cada solução (5% e 20% de EAB) em seringas de 10mL (Descarpack) equipadas com uma agulha de 25 milímetros de comprimento e 0,80 milímetros de diâmetro (NIPRO). O conjunto (seringa/agulha/solução) foi então acoplado a uma bomba de infusão (Cole Parmer) com velocidade de 20 mL/h. As gotículas formadas foram recolhidas em um béquer contendo 100mL de solução de TPP (Tripolifosfato de Sódio) a 5%, onde formaram as esferas (Figura 6). As mesmas permaneceram na solução de TPP por 30 minutos (Figura 7).

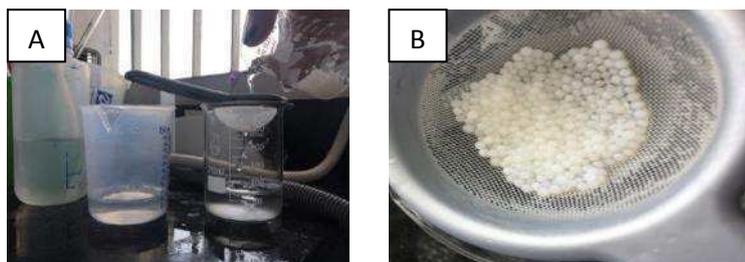


**Figura 6-** (A) seringas com a solução a 5% de EAB a direita e 20% de EAB a esquerda, (B) conjunto (seringa/agulha/solução) acoplada na bomba de infusão e (C) formação das esferas (Maximo, 2017).

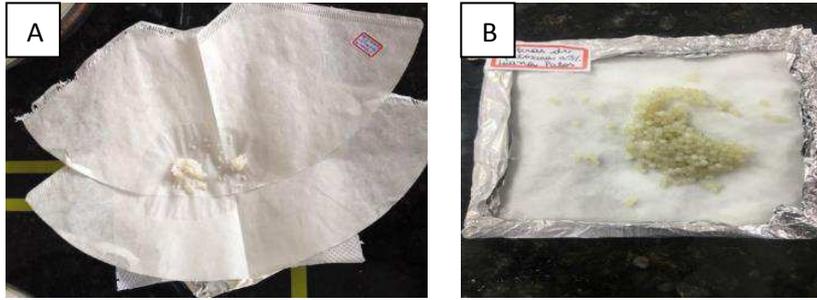


**Figura 7-** Esferas em repouso na solução de TPP a 5% (Maximo,2017).

Decorrido esse tempo, as esferas foram lavadas em 10mL de água destilada. Em seguida, colocadas em uma peneira de plástico (Figura 8) e posteriormente, dispostas em discos de papel filtro por 30 minutos para remover o excesso de água e levadas a estufa microprocessada para cultura bacteriológica (Sterilifer) por 24 horas a 37°C para secar (Figura 9).

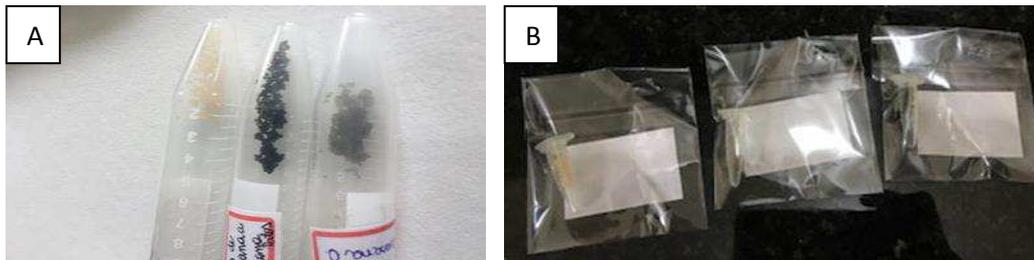


**Figura 8-** (A) esferas sendo despejadas na peneira após a lavagem com água destilada (B) esferas na peneira (Maximo, 2017).



**Figura 9-** (A) remoção do excesso de água e (B) esferas prontas para serem levadas à estufa (Maximo, 2017).

Passadas as 24 horas, as esferas foram acondicionadas, separadamente por grupo, em os tubos falcon e finalmente, organizadas em eppendorfs e encaminhadas para as caracterizações (Figura 10).



**Figura 10-** (A) Tubos contendo esferas de quitosana e quitosana com EAB (da esquerda para direita): (Q0), (Q20) e (Q5) e (B) esferas separadas nos eppendorfs (Maximo, 2017).

Para a preparação das esferas de quitosana, foram seguidas as mesmas etapas utilizadas para a confecção das esferas de Quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants, exceto a adição do extrato alcoólico do mastruz. A Tabela 1 demonstra a identificação dos grupos formados para pesquisa.

**Tabela 1** – Identificação dos grupos formados.

Esferas	Grupos
Quitosana	Q0
Quitosana + 5% de EAB	Q5
Quitosana + 20% de EAB	Q20

Todas as etapas para confecção e caracterização das esferas foram realizadas no CERTBIO - Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

#### 2.4 Técnicas de caracterização

As esferas de quitosana (Q0) e quitosana com o extrato de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants em diferentes concentrações (Q5 e Q20), foram caracterizadas pelas técnicas de Difração de Raios X (DRX), Microscopia Ótica (MO) e Ensaio de compressão.

##### 2.4.1 Difração de Raios X (DRX)

A Difração de Raio X serve para observar a cristalinidade dos compostos cristalinos, sejam eles inorgânicos ou orgânicos. O seu funcionamento ocorre através da interação entre o feixe de raios x incidentes e os elétrons dos átomos componentes de um material [15].

No presente estudo, a técnica de DRX foi empregada para determinar o grau de cristalinidade das amostras, utilizando-se um Difratorômetro de Raios X Shimadzu, modelo XRD 7000, à temperatura ambiente, utilizando radiação  $K\alpha$  do cobre ( $1,5418 \text{ \AA}$ ), com varredura angular de  $5^\circ < 2\theta < 45^\circ$ , tensão de 40kV e corrente 30mA. As esferas foram colocadas em um grau e trituradas em pó com um pistilo cerâmico, em seguida colocadas em uma lâmina pequena de vidro e acopladas no Difratorômetro.

#### 2.4.2 Microscopia Óptica (MO)

A Microscopia Óptica é usada para análises microestruturas [16]. Com isso, para caracterização por microscopia óptica das esferas de quitosana sem e com o extrato *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants em diferentes concentrações, foi utilizado um Microscópio Ótico da marca Hirox, modelo (SHX- 13M).

Foram realizadas imagens com o aumento de 40X, 100X e 160X para analisar a superfície externa das esferas secas e úmidas. Este ensaio foi realizado para cada grupo de esferas secas; bem como para cada grupo após a reidratação das mesmas por 5 minutos em 1 ml de água destilada e remoção do excesso de água em papel absorvente por mais 5 minutos.

#### 2.4.3 Ensaio de Compressão

O ensaio de compressão foi realizado para avaliar as propriedades mecânicas das esferas com a finalidade de observar de que forma estas reagiram quando comprimidas e verificou a carga máxima suportada por elas. O ensaio de compressão foi adaptado de FONTES [17] e foram atribuídos valores específicos para diâmetro de cada uma das amostras e as condições do ensaio. Os testes de compressão foram efetivados pela ação de uma carga axial compressiva em uma máquina Universal de ensaios mecânicos da marca Instron, modelo 3366, com uma célula de carga de 500N e taxa de deformação constante de 0,5 mm/min. Três amostras de cada grupo foram testadas. Este ensaio foi realizado para cada grupo de esferas seca.

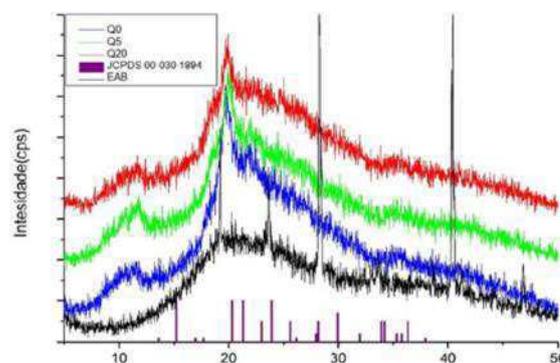
#### 2.5 Análise dos dados

Os resultados da Microscopia ótica foram analisados qualitativamente, já o de Difração de Raios X (DRX) e ensaio de compressão foram tabulados, apresentados quantitativamente em forma de gráficos e submetidos à análise estatística pelo teste ANOVA com auxílio do programa computacional Biostat 5.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 1 Difração dos Raios X (DRX)

A caracterização por Difração de Raios X foi realizada afim de observar as fases semi-cristalinas das amostras EAB, Q0, Q5 e Q20.



**Figura 21** – Difratorograma das amostras Q0, Q5, Q20 e EAB obtidas no laboratório CERTBIO (Maximo, 2017).

**Tabela 2-** Parâmetros cristalográficos para o cálculo da cristalinidade nas amostras Q0, Q5, Q20 e EAB.

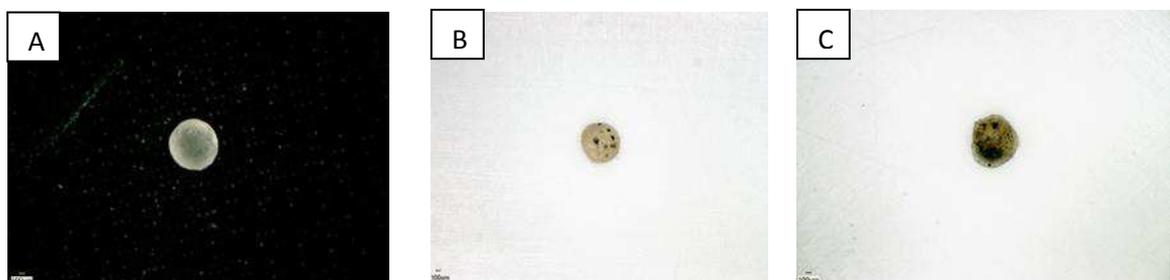
Condições de cálculo da Cristalinidade	EAB	Q0	Q5	Q20
Alcance	5.0000 – 50.0000 (deg)			
Eixo	Theta – Theta	Theta – Theta	Theta – Theta	Theta – Theta
Correção de Lorentz	Sim	Sim	Sim	Sim
Theta M	13,300 (deg)	13,300 (deg)	13,300 (deg)	13,300 (deg)
Parâmetro K	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Passo	10	10	10	10
Largura	3	3	3	3
Loop	20	20	20	20
Cristalinidade	27,51 %	12,52 %	14,30 %	16,77 %

Na Figura 11 são observados os difratogramas das amostras, a Q0 apresentou banda larga em torno de  $2\theta = 12^\circ$  e  $2\theta = 20^\circ$ , essa banda típica de material semicristalino com única fase e grau de cristalinidade em 12,52%, corrobora com LIMA e LUO *et al* [18,19], identificada através do software X'Pert HighScore Plus da Philips com a ficha cristalográfica 00-039-1894-ICSD retiradas do banco de dados Inorganic Crystal Structure Database (ICSD). Na amostra EAB observou picos com maior intensidade em  $2\theta$ : 18,9°, 24,6°; 27,3°; 42,1° e 33,9°, logo pode ser observado que a incorporação do EAB na amostra Q0 em as referidas proporções em Q5 e Q20 apresentaram um aumento grau de cristalinidade.

## 2 Microscopia Óptica (MO)

### 2.1 Esferas secas

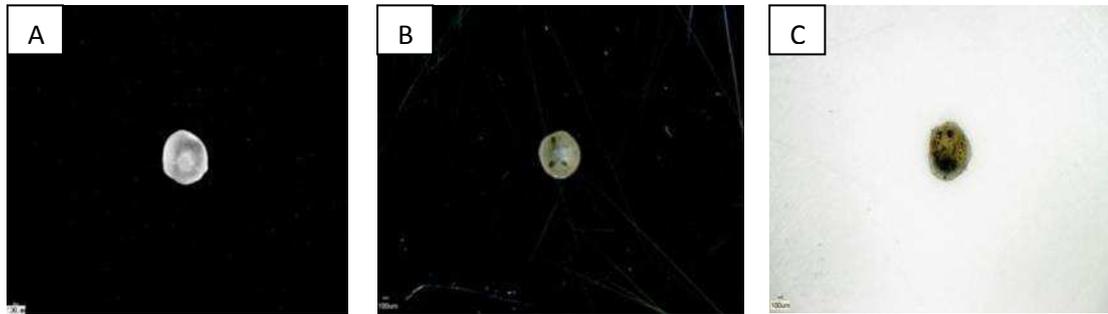
A Figura 12 ilustra a superfície das esferas secas utilizando-se um aumento de 40X no MO, na qual se observa que as esferas são bem delimitadas; que se tornaram mais escuras, à medida que o percentual do extrato de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants foi aumentado, evidenciando a incorporação destes.



**Figura 12** – Imagens das esferas no MO com aumento de 40X. (A) Esferas de quitosana, (B) Esferas quitosana +5% EAB e (C) Esferas quitosana +20% EAB (Maximo, 2017).

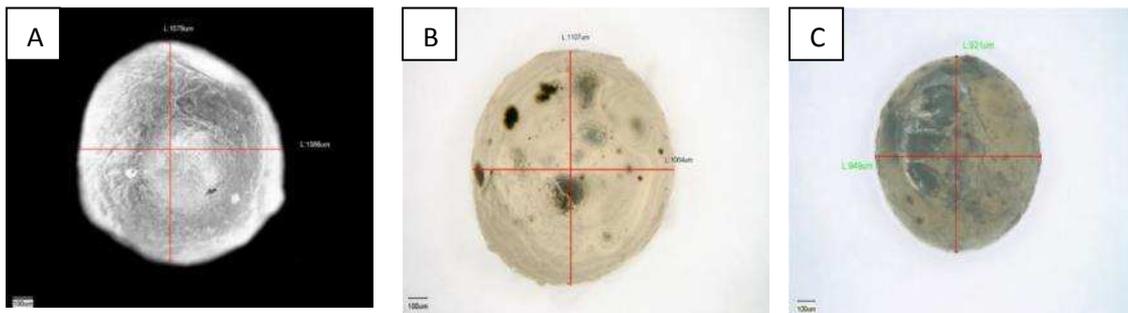
### 2.2 Esferas úmidas

A Figura 13 ilustra a superfície das esferas úmidas utilizando-se um aumento de 40X no MO, na qual se observa que as esferas são bem delimitadas; e que se tornaram mais escuras e rugosas, à medida que o percentual do extrato de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants foi aumentado, evidenciando a incorporação destes.



**Figura 13** – Imagens das esferas no MO com aumento de 40X. (A) Esferas de quitosana, (B) Esferas quitosana +5% EAB e (C) Esferas quitosana +20% EAB (Maximo, 2017).

As imagens das esferas úmidas com o aumento de 160X no MO confirma o que foi relatado anteriormente com relação a delimitação e a cor e ainda evidencia áreas verde escuras nas esferas pertencentes aos grupos Q5 e Q20, sugestivas do extrato não dissolvido. Além disso, percebe-se que a medida que foi incorporado o extrato as medidas de altura e largura das esferas diminuiu respectivamente (Q0, Q5 e Q20) (Figura 14).



**Figura 14** – Imagens das esferas no MO com aumento de 160X. (A) Esferas de quitosana- Altura:1079µm e Diâmetro: 1086µm, (B) Esferas quitosana +5% EAB- Altura: 1107µm e Diâmetro: 1064µm e (C) Esferas quitosana +20% EAB- Altura: 921µm e Diâmetro: 949µm (Maximo, 2017).

De acordo com BITENCOURT [20] a incorporação de substâncias ativas pode influenciar a estrutura superficial e interna dos materiais devido à diversos fatores como: tamanho, peso molecular, interações com a matriz polimérica, dentre outros.

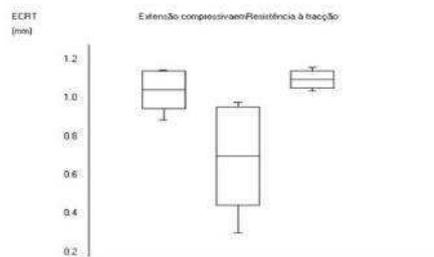
Segundo SILVA [21] foi possível observar que as esferas com o fármaco (curcumina) incorporado apresentam uma maior rugosidade superficial quando comparadas as esferas de quitosana. O que não ocorreu nesse presente trabalho pelo fato que as substâncias incorporadas incorporados nas esferas são diferentes, sendo uma curcumina e na pesquisa atual o mastruz. Vverificou-se também que a inclusão do fármaco (curcumina) ocasionou um aumento no diâmetro das partículas, o que ocorreu ao contrário nesse presente estudo.

Na atual pesquisa, por meio da microscopia ótica, não se observou diminuição da rugosidade das esferas, decorrente da incorporação do EAB, porém no trabalho de DANTAS [22] as esferas apresentaram diminuição da rugosidade com o aumento de percentual de HA. As composições CS-HA20% (esferas de quitosa com hidroxiapatita) e CS-HA50% apresentaram superfície rugosa. Já as partículas de CS-HA70% apresentaram a superfície mais lisa. Esse resultado se explica pelo fato da Hidroxiapatita ser um material cerâmico e o extrato alcoólico bruto não.

Na pesquisa de OLIVEIRA [23] a partir das imagens de MO, foi possível também observar o diâmetro médio das esferas formadas, e com isso, obtê-se diâmetro médio de  $1650\pm 160\mu\text{m}$  para quitosana/hidroxiapatita(1%),  $1700\pm 200\mu\text{m}$  para as esferas de quitosana/hidroxiapatita(3%), e de  $1800\pm 200\mu\text{m}$  para as esferas de quitosana/hidroxiapatita(5%). Diante disso, é possível afirmar que os diâmetros médios das esferas apresentam-se maior conforme o aumento da concentração de hidroxiapatita no sistema. Já nessa pesquisa podemos observar uma diminuição de diâmetro à medida em que se aumenta a percentagem de EAB, esse fato pode ser explicado por uma possível interação da quitosana com o EAB.

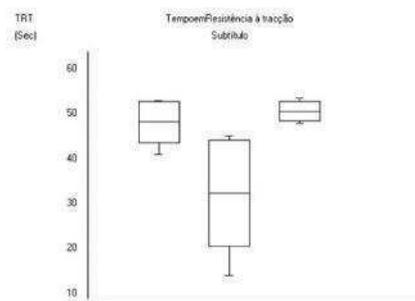
### 3 Ensaio de Compressão

Em relação à análise de forças compressivas, utilizando-se as médias obtidas, foi observado que as esferas de quitosana sem incorporação do extrato de mastruz (Q0) apresentaram máxima carga compressiva estatisticamente maior ( $p<0,05$ ) àquela demonstrada pelo grupo no qual houve a incorporação de 5% de extrato de mastruz (Q5) e houve um aumento dessa força compressiva quando se incorporou 20% de extrato Q20, conforme pode ser observado na Figura 15.



**Figura 15** – Máxima carga compressiva (em mm) das esferas de quitosana incorporadas com diferentes concentrações do extrato de *Dysphania ambrosioides* L. (mastruz). Barras indicam média (mm) e  $\pm$  desvio-padrão (Maximo, 2017).

Em relação ao tempo de resistência à tração, utilizando-se as médias obtidas, foi observado que as esferas de quitosana sem incorporação do extrato de mastruz (Q0) apresentaram um tempo maior de resistência, antes da fratura, estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ) àquela demonstrado pelo grupo (Q5) e um retorno desse tempo de resistência quando se incorporou uma quantidade maior de extrato, ou seja, no grupo Q20 (Figura 16).



**Figura 16** – Tempo máximo de resistência (em seg) das esferas de quitosana incorporadas com diferentes concentrações do extrato de *Dysphania ambrosioides* L. (mastruz). Barras indicam média (seg) e  $\pm$  desvio-padrão (Maximo, 2017).

SILVA [24] que desenvolveu arcabouços de quitosana/curcumina, pelo método de agregação de esferas, através da solução de gelatina (5%) com e sem reticulação e avaliou a propriedade mecânica de resistência a compressão. Foi por ele que nos sistemas de quitosana/curcumina e de quitosana/curcumina (adsorção), a reticulação da gelatina não influenciou de forma significativa a tensão máxima do sistema, porém esta reticulação ocasionou o aumento da tensão máxima para o arcabouço de quitosana; proporcionando um aumento de quase três vezes quando comparado com os arcabouços de quitosana com gelatina não reticulada. Sendo

assim, pode-se afirmar que a reticulação proporciona comportamentos mecânicos diferentes dependendo do material. Na atual pesquisa, o EAB contribuiu para a diminuição da resistência mecânica a compressão das esferas, porém cabe salientar que o sistema avaliado por SILVA [24] foram arcabouços e não esferas isoladas como na presente pesquisa.

---

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que foi possível o desenvolvimento de esferas quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz), a cristalinidade das esferas aumentou no grupo Q5 e ainda mais no grupo Q20 em relação ao grupo Q0. As mesmas foram escurecendo à medida que se adicionou o EAB e o acréscimo do EAB influenciou alguns valores do teste de compressão, onde Q5 diminuiu e Q20 aumentou essas medidas.

---

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao PIVIC/UFMG, pela oportunidade dada para o desenvolvimento do projeto.

---

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] PIRES A.L.R, BIERHALZ A.C.K, MORAIS A.M. “Biomateriais: tipos, aplicações e mercado”. *Quim. Nova*, v. 38, n.7, p. 957-971, 2015.
- [2] WIEGAND, C.; HIPLER, U. “Polymer-based Biomaterials as Dressings for Chronic Stagnating Wounds”. *Macromolecular Symposia*, v. 294, n 2, p. 1–13, 2010.
- [3] MARTINS, J. V.; PERUSSI, M. R.; ROSSI, A. C.; et al. “Principais biomateriais utilizados em cirurgia de levantamento de seio maxilar: abordagem clínica”. *Rev. Odontol. Araçatuba*, v. 31, n.2, p. 22-30 2010.
- [4] GE, Z.; BAQUENARDS, S.; LIM, L. Y.; WEE, A.; KHOR, E. Hydroxyapatite-chitin materials as potential. <<http://link.periodicos.capes.gov.br.ez15.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl3>>. Acessado em maio 2016.
- [5] AZEVEDO, A. S.; SÁ, M. J. C.; FOOK, M. V. L.; NÓBREGA NETO P. I.; SOUSA, O. B.; AZEVEDO, S. S.” Hidroxiapatita e quitosana isoladas e associadas à medula óssea no reparo do tecido ósseo em coelhos: Estudo histológico e morfométrico”. *Ciência Rural*, v.43, n.7, p.1265-1270, 2013.
- [6] PENHA, E. S.; SANTOS, R. L.; CARVALHO, M. G. F.; OLIVEIRA, P. T. “Effect of *Chenopodium ambrosioides* on the healing process of the in vivo bone tissue”. *Wiley Periodicals*, v.80, n.7, p 669-819, 2017.
- [7] ABREU, F. O. M. D. S., CASTRO, A. M., et al. “Propriedades e características da quitosana obtida a partir do exoesqueleto de caranguejo-uçá utilizando radiação de micro-ondas”. *Polímeros Ciência e Tecnologia*, 23 (5), 630–635, 2013.
- [8] LEVENGOOD, S.K.L., ZHANG, M.Q., “Chitosan-based scaffolds for bone tissue engineering”, *Journal of Materials Chemistry B*, v. 2, pp. 3161–3184, 2014.
- [9] CROISIER, F., JÉRÔME, C., “Chitosan-based biomaterials for tissue engineering”, *European Polymer Journal*, v. 49, pp. 780–792, 2013.
- [10] OLIVEIRA, I. R. W. Z., VIEIRA, I. C. “Construção e aplicação de biossensores usando diferentes procedimentos de imobilização da peroxidase de vegetal em matriz de quitosana”. *Química Nova*, 29 (5), 932–939, 2006.
- [11] BRASILEIRO. B.G, PIZZIOLLO. V. R, MATOS. D. S, et al. “Plantas Mediciniais utilizadas pela população atendida no Programa de Saúde da Família”. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 44, n. 4, p. 629-636, 2008.
- [12] DAHABREH. Z, CALORI. G. M, KANAKARIS. N. K, et al.” A cost analysis of treatment of tibial fracture nonunion by bone grafting or bone morphogenetic protein-7”. *International Orthopaedics*, v. 33, p. 1407-1414, 2009.
- [13] SOUZA, D.R. “O conhecimento sobre fitoterápicos no tratamento de feridas”. Tese de D. Sc., UEPB, Campina Grande, PB, Brasil, 2013.
- [14] SOUSA, J. N. L. “Ação da aroeira (*schinus terebinthifolius raddi*) e do mastruz (*chenopodium ambrosioides* L) no processo de reparo de dentes de ratos reimplantados”. Tese de D. Sc., UNOPAR, Natal, RN, Brasil, 2010.
- [15] KAHN, H. Difração de Raios X. [http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1\\_multipart\\_xF8FF\\_2\\_DIFRACAO.pdf](http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_2_DIFRACAO.pdf). Acessado em novembro 2015.
- [16] FONTES, R. A. M.” Desenvolvimento e Caracterização de Arcabouços à Base de Fosfatos de Cálcio”. Tese de D. Sc., UTL, Portugal, Lisboa, 2010.
- [17] APARECIDA A. H. “Recobrimento de Apatitas Empregando-se o Método Biomimético: Estudo da Influência dos Íons K+, Mg2+, SO4 2- e HCO3- na Formação de Hidroxiapatita”. Tese de D. Sc., UESP,

Araraquara, São Paulo, SP, 2006.

- [18] LIMA, R. S. C. Desenvolvimento de Sistemas de Liberação Controlada de Fármacos: Quitosana/Insulina. 2010. 112f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Curso de Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande. 2010.
- [19] LUO, D.; SANG, L.; WANG, X.; XU, S. LI, X. Low temperature, pH-triggered synthesis of collagen-chitosan-hydroxyapatite nanocomposites as potential bone grafting substitutes. *Materials Letters*, v. 65, p. 2395-2397, 2011.
- [20] BITENCOURT, C.M. “Desenvolvimento e aplicação de filmes á base de gelatina aditivados com extrato etanólico de cúrcuma (*Curcuma longa L.*)”. Tese de D. Sc., USP, Pirassununga, SP, Brasil, 2013.
- [21] SILVA, M. C. “Arcabouços quitosana/curcumina como sistema de liberação controlada para tratamento de câncer de mama”. Tese de D. Sc., UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, 2015.
- [22] DANTAS. M. J. L. “Obtenção e caracterização de esferas de quitosana/ hidroxiapatita gerada *in situ*”. Tese de D. Sc., UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, 2016.
- [23] OLIVEIRA. S. S. L. “Arcabouços obtidos por agregação de esferas de quitosana/ hidroxiapatita”. Tese de D. Sc., UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, 2015.
- [24] SILVA, M. C. “Esferas de quitosana e quitosana/curcumina pelo método de geleificação ionotrópica”. Tese de D. Sc., UFCG, Campina Grande, PB, Brasil, 2015.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Conclui-se que foi possível o desenvolvimento de esferas quitosana/ *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (mastruz);
- ✓ A cristalinidade das esferas aumentou no grupo Q5 e ainda mais no grupo Q20 em relação ao grupo Q0;
- ✓ As mesmas foram escurecendo à medida que se adicionou o EAB;
- ✓ O acréscimo do EAB influenciou alguns valores do teste de compressão, onde Q5 diminuiu e Q20 aumentou essas medidas.

## ANEXO A– Normas de Submissão da Revista Matéria

# REVISTA MATÉRIA

ISSN 1517-7076 artigo xxxxx, pp.xxxx-xxxx, 2013

## V.00 N.0

### Descrição dos estilos MSWord usados na revista Matéria

### Description of MSWord styles used in the journal Matéria

Nome Sobrenome do Autor <sup>1</sup>, Nome Sobrenome do Autor <sup>2</sup>,  
Nome e Sobrenome do Autor <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Hidrogênio - Labh2 – PEMM/COPPE/UFRJ CP: 68505 – 21941-972, Rio de Janeiro, RJ  
e-mail: materia@labh2.coppe.ufrj.br

<sup>2</sup> Endereço dos outros autores 2 e 3  
e-mail: outro.autor2@outros.autores.com; outro.autor3@outros.autores.com

---

#### RESUMO

Todo este documento está formatado com os estilos que devem ser usados. Os comentários ao lado são especificações dos estilos e servem de auxílio para a formatação em caso de dúvida.

A descrição seguinte detalha os estilos de formatação de texto usados no arquivo modelo da revista Matéria (arquivo modelo.dot), devendo ser usado em arquivos do MSWord, versão 6.0 ou mais recentes. Preferencialmente, os artigos gerados devem ser salvos em extensão .doc.

O resumo deverá conter um número entre 200 e 300 palavras no total, evitando o uso de palavras repetitivas. Seu conteúdo deverá dar uma ideia geral do assunto tratado no artigo e objetivo, informando sucintamente a metodologia, principais resultados e conclusões, não devendo conter referências bibliográficas, equações, figuras ou tabelas.

Usar formato de parágrafo justificado para todo o texto e letras corpo/tamanho 10pt com espaço entre as linhas (entrelinha) de 12pt. Esta seção de “resumo” deverá existir apenas para artigos em português ou espanhol. Não há necessidade de espaço duplo entre parágrafos, o estilo de texto já está configurado com essa característica.

**Palavras-chave:** máximo de 05 (cinco) palavras-chave.

---

#### ABSTRACT

This text describes all styles present in template “Arquivo\_Modelo.dot”, to be used with MSWord 6.0 or newer. This document begins with a general description of the format followed by a description of each style. A number between 200 and 300 words in the total for the abstract is suggested, preventing itself to use repetitive words.

**Keywords:** A maximum of 05 (five) keywords.

## INTRODUÇÃO

A introdução deverá apresentar o tema do trabalho realizado, justificando o interesse baseado na literatura. Ele deverá ainda apresentar os objetivos do artigo.

Utilizar preferencialmente como estrutura geral a seguinte sequência:

- 1.Introdução;
- 2.Materiais e Métodos;
- 3.Resultados;
- 4.Discussão;
- 5.Conclusão;
- 6.Agradecimentos;
- 7.Bibliografia;
- 8.Anexo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção deverá descrever todos os materiais, procedimentos e métodos usados na parte experimental ou teórica do trabalho.

Um ou mais anexos podem ser usados para descrever detalhes do arranjo experimental, de fabricação ou desenvolvimentos matemáticos usados no decorrer do trabalho.

Alguns artigos podem incluir uma revisão bibliográfica entre a introdução e os materiais e métodos.

### 2.1 Formatação

Todo o corpo de texto deverá ser escrito em uma coluna, no tipo Times New Roman com letras corpo/tamanho 10pt. Os títulos serão grafados em maiúsculas (CA, CAIXA ALTA) e os subtítulos em maiúsculas e minúsculas (Cab, Caixa alta e baixa), no tipo Arial Negrito, com letras corpo/tamanho 9pt. Nesses casos o espaço entre as linhas (entrelinhas) será sempre de 12pt.

As aberturas entre títulos ou subtítulos e o início dos textos, recuos e espaços entre parágrafos constam dos seus estilos específicos e estão configuradas neste documento.

O modelo preferencial de apresentação de tabelas está exemplificado na Tabela 1, cuja configuração consta dos seus estilos específicos, conforme comentários ao lado.

**Tabela 1:** Dimensões das páginas para todo o texto.

NOME	DIMENSÃO	UNIDADE
Papel A4	210 x 297	milímetros (mm)
Margem superior	2,5	centímetros (cm)
Margem inferior	2,5	centímetros (cm)
Margem esquerda	3,0	centímetros (cm)
Margem direita	2,5	centímetros (cm)
Cabeçalho	1,25	centímetros (cm)
Rodapé	1,25	centímetros (cm)

## RESULTADOS

Esta seção deverá apresentar todos os resultados obtidos com as informações necessárias para se verificar com segurança os valores medidos e correspondente significância. Muito embora os resultados possam ser apresentados juntos com a discussão do seu significado, é sugerido que uma profunda discussão, baseada em informações da literatura seja apresentada em uma seção separada.

Cuidar para que na apresentação de todos os resultados experimentais tenha uma análise estatística, incluindo desvio padrão das medidas e barras de erro nos gráficos.

Um ou mais anexos podem ser usados para mostrar detalhes dos resultados analisados que venham a tornar a seção sobrecarregada.

### 3.1 Modelos de formatação no MSWord

Todos os estilos configurados neste documento para formatação dos artigos publicados na revista Matéria constam da Tabela 2, com as características básicas de cada um.

**Tabela 2:** Resumo dos formatos de cada estilo.

ESTILO	TIPO DA LETRA	CORPO/ ENTRELINHA	GRAFIA	ENTRELINHA ANTES	ENTRELINHA DEPOIS
01. título do artigo	<b>Arial negrito</b>	13pt/15pt	Maiúscula e minúscula (CAb) Caixa Alta e Baixa	28 pt	-
01. título do artigo_ idioma	Arial regular	13pt/15pt	Maiúscula e minúscula (CAb) Caixa Alta e baixa	15 pt	-
01. autor	Times New Roman	10pt/12pt	Maiúscula e minúscula (CAb) Caixa Alta e baixa	15 pt	-
01. informações do autor	Times New Roman	9 pt/12pt	Maiúscula e minúscula (CAb) Caixa Alta e baixa	28 pt	-
02. resumo/ abstract_título	<b>ARIAL NEGRITO</b>	9pt /12pt	MAIÚSCULA (CA) CAIXA ALTA	15 pt	3 pt
02. resumo/ abstract_texto	Times New Roman	10pt / 12pt	Sentença, texto corrido	-	3 pt
00. título	<b>ARIAL NEGRITO</b>	9pt / 12pt	MAIÚSCULA (CA) CAIXA ALTA	15 pt	3 pt
00. título_introdução	<b>ARIAL NEGRITO</b>	9pt / 12pt	MAIÚSCULA (CA) CAIXA ALTA	15 pt	3 pt
00. subtítulo normal	<b>Arial Negrito</b>	9pt / 12pt	Maiúscula e minúscula (CAb) Caixa Alta e baixa	15 pt	3 pt
00. texto sem entrada	Times New Roman	10pt /12pt	Sentença, texto corrido	-	3 pt
00. texto com entrada	Times New Roman	10pt /12pt	Sentença, texto corrido	-	3 pt
03. tabela títulos	<b>ARIAL NEGRITO</b>	8pt/11pt	MAIÚSCULA (CA) CAIXA ALTA	-	-
03. tabela básica	Times New Roman	9pt /11pt	Maiúscula e minúscula (CAb)	-	-

ESTILO	TIPO DA LETRA	CORPO/ ENTRELINHA	GRAFIA	ENTRELINHA ANTES	ENTRELINHA DEPOIS
			Caixa Alta e baixa		
03. tabela_legenda	Times New Roman	9pt /11pt	Sentença	15 pt	9 pt
04. figura	Times New Roman	9pt /12pt	-	6 pt	-
04. figura_legenda	Times New Roman	9pt /12pt	-	9 pt	15 pt
05. bibliografia	Times New Roman	10pt /12pt	Sentença, texto corrido	-	3 pt
06. retranca	Times New Roman	8 pt/ 11 pt	Sentença	-	-
06. rodapé	Times New Roman	8 pt/ 11 pt	Sentença	-	-
07. lista	Times New Roman	10pt /12pt	Sentença	-	-

### 3.2 Figuras

As figuras são apresentadas na revista *Matéria* com o título em **negrito/bold** e a legenda deverá ser posicionada após a figura, como mostrado na Figura 1.



**Figura 1:** Logotipo da revista.

Para garantir uma boa legibilidade, as figuras que forem geradas como imagens deverão ser salvas em formato *jpg.*, com resolução mínima de 300 dpi, formato mínimo de 1024 pixels pelo lado maior. Os originais devem ser enviados em anexo aos arquivos dos artigos para que possamos fazer eventuais acertos.

A figura deverá estar localizada e dimensionada no corpo do artigo.

### discussão

Esta é a seção adequada do artigo para se adicionar conteúdo científico, pela análise dos resultados apresentados com o devido suporte da literatura e pelo modelamento e simulação de comportamentos e condições específicas.

### 4.1 Equação

Este estilo é usado para alinhar o objeto *MS Equation* e o seu respectivo número. Seu estilo é baseado no estilo “*Texto*”, com a diferença que ele apresenta uma dupla tabulação: a primeira para o objeto *MS Equation*, ajustada para a margem esquerda, e a segunda para a numeração de equação, ajustada para a margem direita. A tabulação é realizada por meio de uma tabela sem bordas e sem preenchimentos. O espaçamento entre linhas é simples; o espaço antes e depois é de 12 pt. É possível introduzir espaço entre parágrafos do mesmo estilo. Cada parágrafo seguinte possui o mesmo estilo.

Toda equação deverá estar inserida como figura alinhada à esquerda com recuo de 10 mm. A numeração da equação deverá estar alinhada pela direita tabulada na mesma linha da equação, como mostra o exemplo abaixo.

$$y = ax + b \tag{1}$$

Para inserir duas equações seguidas, pode-se copiar a linha anterior e colar na seguinte, o estilo estará automaticamente aplicado. Todas as equações deverão ser numeradas sequencialmente.

### conclusões

As conclusões deverão ser concisas e representar os aspectos mais importantes encontrados durante o desenvolvimento do trabalho reportado. Elas devem tentar apontar os avanços científicos e/ou tecnológicos e/ou teóricos efetivamente realizados.

**agradecimentos**

Nesta seção podem ser dados os créditos aos suportes recebidos no trabalho.

## Bibliografia

A revista Matéria utiliza referências numeradas: as citações dos trabalhos devem ser indicadas no texto pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es), em letras maiúsculas (CA), seguido(s) pelo número da referência entre colchetes, quando o(s) sobrenome(s) fizer(em) parte da frase. Caso contrário, apenas pelo número entre colchetes. Exemplos:

Para artigo com autor único:

“... IESAN [2] mostrou que ...” ou “... foi mostrado [2] que...”

Para artigo com dois autores:

“...IESAN e ABRAHAM [1] encontraram que ...” ou “... foi encontrado [1] ...”

Para artigo com mais de dois autores:

ABRAHAM *et al.* [1] calcularam ...” ou “... foi calculado [1] ...”

Para tema relativo a mais de um artigo:

“... o problema de radiação térmica foi tratado [8, 9] de acordo com ...”

A lista de referências, ao final do artigo, deve fornecer ao leitor as informações precisas para facilitar qualquer consulta. Tais informações devem estar separadas por vírgula e não ponto ou ponto-e-vírgula. Para citações feitas no corpo do texto, a expressão *et al.* é usada para todos os artigos que possuem mais de dois autores.

Diversas informações devem ser dadas de acordo com o tipo de publicação, como veremos a seguir. Além do(s) nome(s) do(s) autor(es) que devem ser grafadas como mostram os exemplos ao final de cada subitem, as informações que devem figurar na bibliografia são:

### 7.1 Citação de livros

título (itálico)

edição (1ª, 2ª, etc.)

local

editora

ano da publicação

Exemplo:

[1] ABRAHAM, R., MARSDEN, J.E., RATIU, T., *Manifolds, tensor analysis and applications*, 2 ed., New York, Springer-Verlag, 1988.

### 7.2 Citação de artigos em periódicos

título do artigo, entre aspas

*nome do periódico* (sem abreviações e em itálico)

volume

número

páginas inicial e final do artigo, após a abreviatura pp.

mês e ano da publicação

Exemplo:

[2] IESAN, D., “Existence theorems in the theory of mixtures”, *Journal of Elasticity*, v. 42, n. 2, pp. 145-163, Feb. 1996.

### 7.3 Citação de relatórios de pesquisa

*título* (itálico)

In: identificação da procedência do relatório (só use “In” quando o relatório tiver mais de um trabalho)

ano da publicação

Exemplo:

[3] GARRET, D.A., *The microscopic detection of corrosion in aluminum aircraft structures with thermal neutron beams and film imaging methods*, In: Report NBSIR 79-1434, National Bureau of Standards, Washington, D.C., 1977.

#### 7.4 Citação de artigos em anais

título do artigo, entre aspas

In: *anais do congresso*. . . (iniciais em maiúsculo e em itálico)

volume

páginas inicial e final do artigo, após a abreviatura pp.

local

mês e ano da publicação

Exemplo:

[4] GURTIN, M.E., “On the nonlinear theory of elasticity”, In: *Proceedings of the International Symposium on Continuum Mechanics and Partial Differential Equations: Contemporary Developments in Continuum Mechanics and Partial Differential Equations*, pp. 237-253, Rio de Janeiro, Aug. 1977.

#### 7.5 Citação de artigo em congresso sem publicação em anais

título do artigo, entre aspas

*nome do congresso* (iniciais em maiúsculo e em itálico)

número do artigo

local

mês e ano da publicação

Exemplo:

[5] BERNUSSI, A.A., IIKAWA, F., MOTISUKE, P., *et al.*, “Photorefectance characterization of  $\delta$ -doped p-GaAs”, In: *International Conference on Modulation Spectroscopy*, 1286-32, San Diego, California, USA, 19-21 March 1990.

#### 7.6 Citação de artigo em livro (série)

título do artigo, entre aspas

In: *título do livro* (iniciais em maiúsculo e em itálico)

volume

título da série (itálico)

editora

páginas inicial e final do artigo, após a abreviatura pp.

ano da publicação

Exemplo:

[6] COWIN, S.C., “Adaptive anisotropy: An example in living bone”, In: *Non-Classical Continuum Mechanics*, v. 122, *London Mathematical Society Lecture Note Series*, Cambridge University Press, pp. 174-186, 1987.

#### 7.7 Citação de capítulo de livro

título do capítulo, entre aspas

In: editor do livro, editor ou editores

*título do livro* (iniciais em maiúsculo e em itálico)

edição

capítulo

local

editora

ano da publicação

Exemplo:

[7] EDWARDS, D.K. “Thermal radiation measurements”, In: Eckert, E.R.G., Goldstein, R.J. (eds), *Measurements in Heat Transfer*, 2 ed., chapter 10, New York, USA, Hemisphere Publishing Corporation, 1976.

### 7.8 Citação de tese

*título* (itálico)  
grau M.Sc./ D.Sc.  
instituição  
local  
ano da defesa

Exemplo:

[8] PAES JUNIOR, H.R., *Influência da espessura da camada intrínseca e energia do fóton na degradação de células solares de silício amorfo hidrogenado*, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1994.

### 7.9 Citação de referências de páginas na Internet

nome do(s) autor(es) em Maiúsculas e Minúsculas (Cab), quando houver  
nome do website em letras maiúsculas (CA)  
endereço eletrônico completo da informação citada  
data de consulta

Exemplo:

[9] Editoria, REVISTA MATÉRIA, <http://www.materia.coppe.ufrj.br>. Acessado em setembro de 2004.

### 7.10 Para informações adicionais, consultar as publicações citadas abaixo

ANÔNIMO (1989), NB-66: *Referências Bibliográficas*. Rio de Janeiro, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CAMARINHA, M., BRAYNER, S. (1993), Manual de normas técnicas de editoração: teses, monografias, artigos, papers. 2 ed., Rio de Janeiro, Editora UFRJ.