ANÁLISE DA FACTIBILIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMATERIAIS À BASE DE QUITOSANA E GOMA DE CAJUEIRO E EFEITO NO VALOR DE VENDA PELA PRODUÇÃO EM FARMÁCIA DE MANIPULAÇÃO

Palavras-Chaves: quitosana, goma de cajueiro, filmes, partículas, farmácias de manipulação.

Maria Carolina Heinrichs [UNICAMP]
Gabriel Assis de Azevedo [UNICAMP]
Prof.ª Dr.ª Ângela Maria Moraes [UNICAMP]

1. INTRODUÇÃO

Polímeros têm contribuído significativamente no desenvolvimento de novos biomateriais projetados para reparar funções biológicas, melhorar ou substituir tecidos danificados por lesões de diferentes origens, tendo aplicação farmacêutica, médica e odontológica. Aplicações atuais de biomateriais englobam, inclusive, as áreas de engenharia tecidual, medicina regenerativa e terapia gênica. Os biopolímeros produzidos por organismos vivos despertam particular interesse e dentre suas características mais marcantes, destacam-se o fato de serem sustentáveis, biodegradáveis e, com frequência, biocompatíveis.

Um dos biopolímeros clássicos utilizados pela indústria farmacêutica é a quitosana, comercialmente obtida da desacetilação da quitina de crustáceos. A quitosana tem baixo custo e apresenta composição que mimetiza componentes da matriz extracelular. Biopolímeros de uso mais recente, como a goma do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), têm também atraído atenção. Apesar do principal produto do cajueiro ser a castanha, a goma dos exsudatosda planta desperta interesse, por seu potencial de aplicação na farmacologia e nanotecnologia, devido à sua capacidade cicatrizante. (Schirato *et al*., 2006).

Observa-se crescente uso de biopolímeros nas indústrias farmacêuticas, relacionado com políticas mais sustentáveis. Assim, as empresas se veem na necessidade de reavaliar suas estratégias para garantir resultados mais viáveis econômica, ambiental e socialmente (Michels *et al*., 2017), o que pode ser também estendido a farmácias de manipulação.

Farmácias de manipulação são micro ou pequenas empresas administradas pelo próprio proprietário, o qual também é responsável pela manipulação de fórmulas e prestação de auxílio farmacêutico (Michels *et al*., 2017).Comumente, o proprietário utiliza técnicas pouco precisas para estimar o preço final do produto manipulado, que consideram apenas o custo de matérias-primas e mão de obra, desprezando impostos, custos de implementação do negócio e outras categorias de despesas.

Os medicamentos manipulados podem apresentar preço até 35% menor em comparação aos produzidos em grande escala e vendidos em farmácias convencionais (Paes, 2013). Considerando a possibilidade de desenvolvimento em farmácias de manipulação também de produtos voltados para mercados mais individualizados, como filmes e partículas de quitosana ou de goma de cajueiro com aplicações na terapia de lesões de pele, por exemplo, este trabalho teve por meta avaliar se já há disponível um conjunto de procedimentos para a determinação de biomateriais obtidos a partir de polímeros de origem biológica com custo final atraente tanto para o consumidor quanto para o profissional farmacêutico.

2. METODOLOGIA:

Para atingir a meta proposta, fez-se a atualização do estado da arte sobre o tema consultando as bases de dados Google Scholar, ScienceDirect, Scielo, Scopus, Web of Science e PubChem. Artigos nacionais e internacionais sobre a utilização da goma de cajueiro e a quitosana foram consultados. As palavras-chave (em língua inglesa) utilizadas foram: *chitosan, cashew gum, biomaterials, properties and applications*, em conjunto e isoladas, com o intuito de melhor entender os biopolímeros estudados. A partir desta pesquisa inicial foram ampliadas as fronteiras do conhecimento sobre as propriedades físicas e químicas de ambos os polímeros. Em seguida, para a análise e compreensão das técnicas específicas de produção de filmes e partículas de goma de cajueiro e quitosana, utilizou-se as palavras-chave *chitosan, cashew gum, natural biomaterials, films, particles* e *microspheres*. Nesta etapa foram levantadas as técnicas ideais de aplicação em farmácias de manipulação.

Com o objetivo de compreender melhor o local de estudo do projeto, foram realizadas pesquisas com palavras-chave como *compounding pharmacy, pharmaceutical sector, handled medicines* e *costs*. A partir deste levantamento, foram realizadas entrevistas para caracterizar farmácias de manipulação típicas quanto ao número de funcionários, aos requerimentos em termo de infraestrutura de funcionamento e ao número de dias e horas de trabalho semanais. Posteriormente, detalhou-se o processo de fabricação dos biomateriais em análise, determinou-se os custos com investimento inicial em equipamentos, mão de obra, reagentes e de produção em si dos biomateriais, computando-se os custos conjuntos e listando-se os principais elementos que proporiam uma estratégia de formação do preço dos produtos. Para isso, atendeu-se ao 17° Congresso Consulfarma, em São Paulo, onde se pode entrar em contato direto com empresas fornecedoras típicas do setor farmacêutico e realizar orçamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

3.1 Biomateriais produzidos com quitosana e goma de cajueiro:

Os biomateriais obtidos pelo uso da quitosana têm aplicação no campo biomédico, por exemplo, em curativos, na engenharia tecidual, em biossensores para diagnósticos clínicos, regeneração tecidual, dispositivos de liberação controlada de fármacos e sistemas de imobilização de células em gel (Choi *et. al*., 2016).

A goma de cajueiro (GC) pode ser empregada para produzir partículas, géis e filmes, assim como para melhorar as propriedades de formulações já existentes, o que evidencia sua versatilidade neste campo de aplicação. Estudos específicos de utilização da CG no ramo farmacêutico relatam a produção de comprimidos com distintas propriedades de resistência mecânica e liberação de fármacos, havendo a possibilidade de modificação de sua atividade . Os resultados da análise da literatura para biomateriais produzidos com GC, em particular, resultaram na redação de um artigo científico de revisão no grupo de pesquisa (Azevedo *et al*., 2022) que incluiu também a discussão detalhada da purificação de GC, sua atividade biológica e suas propriedades físico-químicas.

3.2 Caracterização de uma farmácia de manipulação típica

Para realizar a caracterização de uma farmácia de manipulação típica, foram realizadas entrevistas com profissionais de duas farmácias de manipulação de diferentes cidades do Estado de São Paulo: Campinas e Dracena. Os resultados estão sumarizados na Tabela 1. Observa-se, mesmo com a restrita amostragem, que há diferenças significativas na forma de condução do negócio e que ambos os estabelecimentos fazem uso de sistemas terceirizados para a precificação dos produtos.

3.3 Processo de fabricação dos biomateriais em análise

Como não se localizou fornecedores em larga escala de GC purificada, estabeleceu-se que seria necessário adquirir o exsudato e purificá-lo para uso na farmácia de manipulação, conforme indicado na Figura 1. Os demais insumos podem ser obtidos de forma purificada.

Tabela 1- Relação dos métodos de trabalho em farmácias de manipulação em duas cidades do Estado de São Paulo.

Informação solicitada	Farmácia 1	Farmácia 2
Tamanho do Estoque	Produto a demanda (sazonal: 0,5 kg)	Compras quinzenais (1 kg)
Número de Funcionários	3	6 funcionários internos
Horário de Funcionamento	8h-18h (1h de almoço)	8h-18h (2 h de almoço)
Horário do Farmacêutico(a)	8h-18h	8h-18h (controlado pelo CRF)
Uso de Serviços terceirizados	Contador e administrativo	Entregadores, Contador, Controle de qualidade, Consultoria
Local de funcionamento	Alugado	Alugado (123m²)
Precificação dos produtos	Contrata um sistema para estimar o preço mínimo de formulação	Contrata um sistema utilizado pelas farmácias da região
Gestão Administrativa	Empresa externa comprou a farmácia e a administra	Dono da empresa administra o setor financeiro sozinho

Farmácia 1: Farmacopharma – Campinas – SP, Farmácia 2: Erva Doce – Dracena- SP.

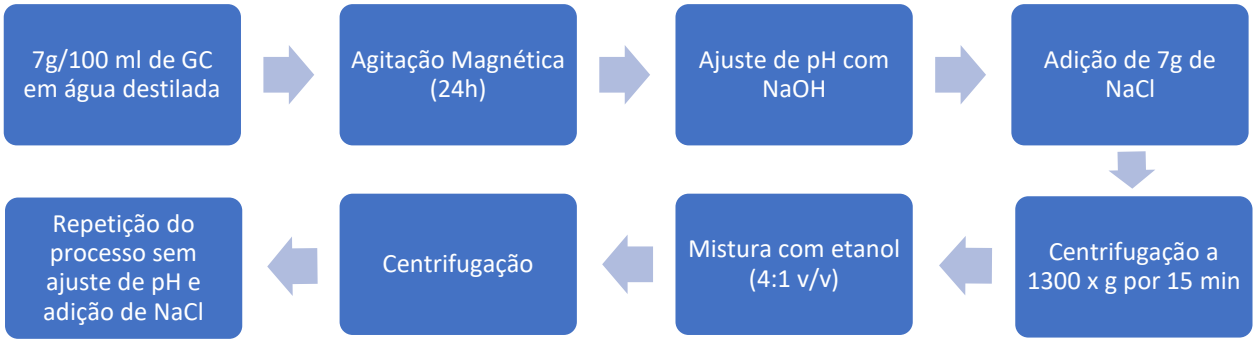

Figura 1- Processo recomendado para a purificação da goma de cajueiro (método adaptado de Pinto *et al.*, 2018).

Os processos de fabricação dos filmes e micropartículas obtidos a partir de quitosana e GC considerados atrativos para aplicação em farmácias de manipulação estão indicados nas Figuras 2 e 3. Em algumas situações houve a necessidade de adição de outros biopolímeros para possibilitar a estabilização necessária das estruturas formadas. Na produção de filmes, por exemplo, a Goma de Cajueiro foi adicionada ao PEC de Quitosana e Alginato, visto que esta pode influenciar o mecanismo de liberação de compostos bioativos nela incorporados fármacos (Azevedo, 2022).

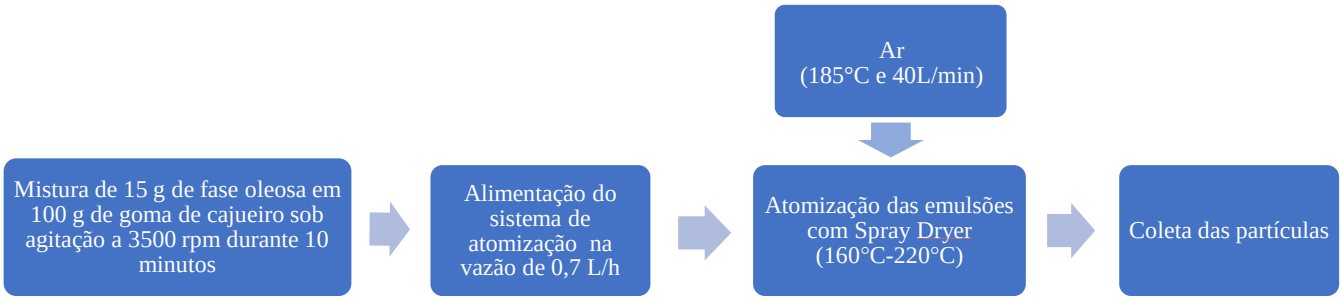

Figura 2 – Processo recomendado parra a produção de micropartículas de GC (adaptado de Botrel *et al.*, 2017).

3.4 Elementos relevantes do custo de investimento inicial e de produção

Para a definição dos principais custos, estimou-se o potencial de produção média, por semana, de 100 g de partículas obtidas e de 150 filmes de 175 cm^2, considerando-se processos com eficiência mínima de 40 %.

Os custos com investimento inicial foram levantados considerando os orçamentos de equipamentos para os quais haveria necessidade de aquisição por pelo menos uma das farmácias contactadas (Tabela 2), estimandoa necessidade de um total de R$ 220.000,00 para este fim.

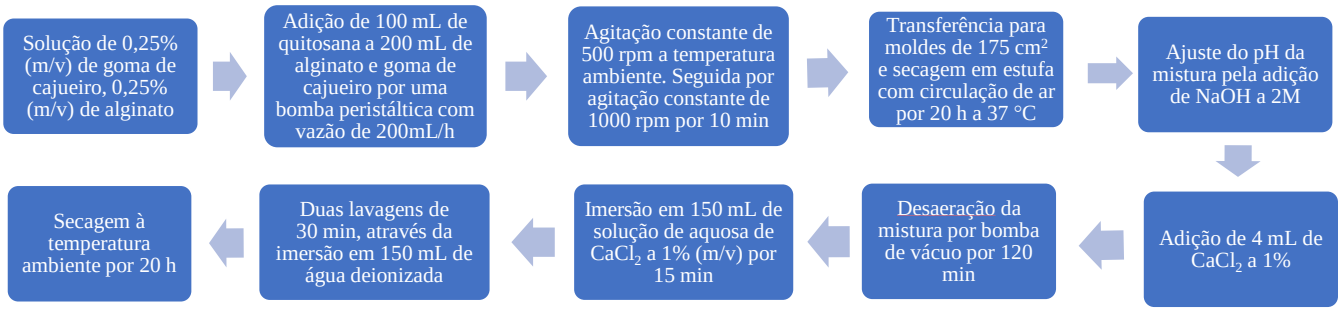

Figura 3- Processo sugerido para a produção de filmes de goma de cajueiro e alginato (técnica adaptada de Azevedo, 2022).

Tabela 2 - Equipamentos necessários para a produção já utilizados por cada farmácia de manipulação.

Equipamento	Necessidade de aquisição		Custo médio estimado (R$)
	Farmácia 1	Farmácia 2	
Geladeira	Sim	Sim	2.200,00 a 3.900,00
Centrífuga	Não	Não	2.300,00 a 4.500,00
Bomba peristáltica	Não	Não	18.000,00
Agitador mecânico	Sim	Sim	2.500,00 a 3.800,00
Bomba de vácuo	Não	Não	5.600,00
Estufa	Sim	Sim	3.100,00
Spray dryer	Não	Não	155.038,90
Misturador	Não	Não	4.200,00 a 13.800,00;
Banho termostático	Não	Não	6.360,00
Agitador magnético	Sim	Não	2.100,00

Farmácia 1: Farmacopharma – Campinas – SP, Farmácia 2: Erva Doce – Dracena- SP.

Os gastos estimados com as matérias-primas requeridas para a produção dos filmes e partículas estão resumidos a seguir, tendo sido obtidos a partir de dados de 3 fornecedores: Quitosana - R$ 590,00/500g; Goma Xantana - R$ 135,00 a 140,00 /500g; Alginato de Sódio - R$ 105,00 a 260,00/500g; Cloreto de Sódio - R$ 16,00 a 18,00/500g; Cloreto de Cálcio - R$ 27,00 a 32,00/ 500g; Ácido Acético - R$45,00/Kg ; Álcool Etílico – R$ 25,00 a 50,00/ Kg; Fosfato de Potássio Monobásico - R$ 80,00 a 190,00/Kg; Fosfato de potássio dibásico - R$ 93,00 a 310,00 /Kg; Etanol - R$27,00/L; Solução tampão Hepes - R$55,00/25g. No caso da goma de cajueiro, o valor foi estimado considerando-se os preços exercidos para a goma arábica, de cerca de R$48,82,00/500g , que é extraída e purificada empregando-se processos similares aos utilizados para a GC.

Os gastos estimados em relação à mão de obra de cada farmácia consideram de 3 a 6 funcionários, sendo 01 farmacêutico, 02 técnicos de laboratório, 01 faxineira, 01 entregador e 01 administrador. Tomando por base os valores de salário-base disponibilizados por Michels *et. al* (2017), o custo médio com mão de obra seria de R$ 10.000,00. Com relação à energia elétrica, gasta-se cerca de R$ 400,00 reais por mês. O descarte de resíduos é realizado por serviço terceirizado por cerca de R$ 150,00 para 50L/mês e, por fim, a esterilização dos biofilmes é levada em conta, considerando-se que para cada 150 filmes, o valor é de R$300,00. Não foram computados custos de caracterização dos biomateriais.

3.5 Proposição de estratégia de análise para a formação do preço dos produtos

No 17^0. Congresso Consulfarma fez-se contato com empresas que oferecem serviços de precificação de produtos de farmácias de manipulação por meio de pacotes computacionais e assessoria específica. Porém, para o caso de farmácias que não possuem acesso aos serviços terceirizados de precificação, é aqui resumida uma lista dos principais componentes do preço final do produto que devem ser levados em conta (Tabela 3), considerando-se os dispêndios específicos caso a caso.

Para a proposição da Tabela 3, tomou-se por base o trabalho de Bueno *et al*. (2015) e considerou-se somente o investimento incremental necessário para produzir os filmes e as partículas. Para as estimativas das frações atribuídas a despesas fixas e variáveis, devem ser computados os gastos específicos com os processos de produção em si dos filmes e partículas, levando-se em conta, por exemplo, as massas e volumes de matérias primas utilizadas e o número de horas despendidas nas atividades em relação ao total de operação semanal da farmácia.

Tabela 3 – Lista dos itens a serem considerados na precificação das partículas e filmes produzidos.

Custos de implantação		Despesas fixas		Despesas Variáveis		Custo de Venda
Equipamentos e instalações (computados pela depreciação, considerando uma vida útil fiscal de cerca de 10 anos)		Mão de obra		Matérias primas		Embalagem
		Aluguel		Água		Distribuição
		Impostos		Energia elétrica		Divulgação
		Internet		Serviços de escritório		
		Telefone		Manutenções e reparos		
		Taxas locais e seguros		Serviços terceirizados		
				Tratamento de resíduos		

4. CONCLUSÕES

Com base no levantamento realizado, pode-se concluir que há um grande número de componentes que deve ser considerado na formação de preços de produtos inovadores produzidos em farmácias de manipulação. A maior preocupação destas farmácias quanto à adoção das técnicas citadas é a demanda. Caso não haja demanda suficiente, o investimento em equipamentos, matérias-primas e capacitação da mão de obra pode não ser vantajoso para o estabelecimento. Logo, uma demanda significativa e constante faz com que o investimento tenha maiores chances de ser lucrativo, tornando os produtos destas categorias mais acessíveis à população.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio a este projeto.

6. BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, G. A. de. Avaliação da influência da formulação nas propriedades de filmes polissacarídicos contendo extrato de *Arrabidaea chica* para uso em lesões de mucosa oral. 2022. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP.

AZEVEDO, G. A. de; HEINRICHS, M. C.; MORAES, A. M. Cashew tree gum for biomaterials engineering: A versatile raw material in consolidation. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 139, no. 27, p. e52484, 2022.

BOTREL, D. A. *et al.* Application of cashew tree gum on the production and stability of spray-dried fish oil. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1522-1529, 2017.

BUENO, C. Z. et al. C. Z. Capítulo 19. Aspectos econômicos do desenvolvimento de produtos para aplicações biomédicas. In: **Biomateriais Aplicados ao Desenvolvimento de Sistemas Terapêuticos Avançados.** H. C. de Sousa, M. E. M. Braga, A. Sosnik (editores). Imprensa da Universidade de Coimbra, p. 727-766, 2015.

CHOI, C. *et al*. Application of chitosan and chitosan derivatives as biomaterials. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 33, p. 1-10, 2016.

MICHELS, A. *et al*. Formação do preço de venda: estudo de caso em uma farmácia de manipulação. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2017.

PAES, M. Manipulação de remédios vem registrando expansão. **Conselho Federal de Farmácia. Brasília (DF)**, 2013.

PINTO, A. P. S, *et al*. Evaluation of the application of cashew gum as an excipient to produce tablets. **Polímeros**, v. 28, no. 4, p. 302, 2018.

SCHIRATO, G. V. *et al*. O polissacarídeo do Anacardium occidentale L. na fase inflamatória do processo cicatricial de lesões cutâneas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 149-154, 2006.