

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO TEÓRICO E INOVAÇÃO EM FORMAS FARMACÊUTICAS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA

Maria Luiza Magalhães Ramos¹, Raquel Mendes Bastos², Lilah Karen Ribeiro Ferreira³, Maria Luiza Cruz⁴

¹Universidade Federal do Maranhão - UFMA; São Luís, Brasil (mramos.malu@gmail.com)

²Universidade Federal do Maranhão - UFMA; São Luís, Brasil (iraquelbastosl@gmail.com)

³Universidade Federal do Maranhão - UFMA; São Luís, Brasil (lilahkarenr@gmail.com)

⁴Universidade Federal do Maranhão - UFMA; São Luís, Brasil (ml.cruz@ufma.br)

Resumo: O artigo analisa propostas teóricas de formas farmacêuticas criadas por estudantes de Farmácia da UFMA, na disciplina de Tecnologia Farmacêutica, por meio do projeto “Medicamento do Futuro”, abrangendo o período de 2017.1 a 2024.2. Os trabalhos buscam a elaboração de formas mais adequadas ao perfil dos pacientes. Os resultados evidenciam a capacidade dos discentes em articular conhecimentos teóricos e tecnológicos na concepção de soluções farmacêuticas inovadoras, ainda que em nível teórico.

Palavras-chave: Formas Farmacêuticas; Tecnologia Farmacêutica; Adesão Terapêutica; Ensino na Saúde

INTRODUÇÃO

A área da Tecnologia Farmacêutica busca otimizar as terapias medicamentosas por meio do desenvolvimento de formas farmacêuticas que proporcionem adequada biodisponibilidade, eficácia e segurança, equilibrando os efeitos terapêuticos e a toxicidade (Duran-Lobato et al., 2021). Os medicamentos, portanto, são resultado da integração do Insumo Farmacêutico Ativo (IFA) com excipientes — substâncias sem ação terapêutica, porém essenciais para conferir características físico-químicas, estabilidade, liberação controlada e aceitabilidade (Ansel, Popovich e Allen, 2013; Aulton e Taylor, 2016).

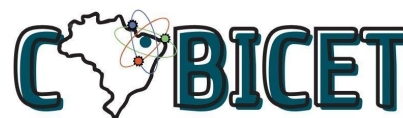
A escolha correta da forma farmacêutica é determinante para a eficácia clínica, adesão terapêutica, segurança e estabilidade do medicamento, além de atender às normativas regulatórias (Lachman, Lieberman e Kanig, 2010). Desafios como baixa solubilidade, instabilidade ou desconforto na administração podem comprometer o sucesso terapêutico, sendo necessário desenvolver soluções tecnológicas adequadas (Serajuddin, 2007; Santos et al., 2021).

A justificativa deste estudo reside na necessidade de capacitar estudantes de Farmácia para atuarem no desenvolvimento de medicamentos que atendam às

exigências sanitárias e às necessidades dos pacientes. Além disso, observa-se uma lacuna na formação prática sobre a seleção racional das formas farmacêuticas, sobretudo no contexto acadêmico, onde os alunos precisam desenvolver competências técnicas, científicas e regulatórias alinhadas com os desafios contemporâneos da indústria farmacêutica e da assistência farmacêutica.

Neste contexto, o projeto de ensino “Medicamento do Futuro”, desenvolvido na disciplina de Tecnologia Farmacêutica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), surge como uma estratégia pedagógica inovadora, permitindo aos estudantes aplicarem os conceitos teóricos na elaboração de propostas de formas farmacêuticas, considerando aspectos como perfil farmacocinético, biodisponibilidade, adesão terapêutica e necessidades do paciente.

Assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise retrospectiva dos projetos desenvolvidos pelos estudantes entre os semestres 2015.2 e 2024.2 no âmbito do projeto “Medicamento do Futuro”, avaliando as escolhas das formas farmacêuticas, os critérios adotados e as tendências observadas. Além disso, busca-se discutir a contribuição dessa metodologia para o desenvolvimento das competências técnico-científicas dos estudantes e sua aplicabilidade no processo de ensino-aprendizagem em Tecnologia Farmacêutica.



MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter teórico-prático, com delineamento descritivo, desenvolvido no contexto de uma atividade acadêmica voltada ao desenvolvimento de formas farmacêuticas, adotada a partir do semestre letivo de 2015.2 e analisada no intervalo compreendido entre 2017.1 e 2024.2.

Os participantes foram organizados em trios, duplas ou individualmente, conforme o número de matriculados ou preferência dos discentes. Cada grupo recebeu por sorteio um princípio ativo predefinido pela docente, estabelecendo-se então um cronograma semestral com etapas claras e prazos definidos. Todas as fases incluíam avaliação com feedback específico e tinham duração média de 3 semanas.

O projeto iniciava com revisão bibliográfica abrangente, consultando bases como SciELO, PubMed e LILACS, além de documentos de órgãos reguladores. As pesquisas iniciais focavam em propriedades físico-químicas e farmacocinéticas do fármaco, estabilidade, indicações terapêuticas e formas farmacêuticas já disponíveis no mercado".

Com base nas informações obtidas, cada equipe elaborou uma formulação alternativa e não registrada ou comercializada no país, para o princípio ativo sorteado, considerando critérios de viabilidade tecnológica, estabilidade, eficácia terapêutica e adesão ao tratamento. O desenvolvimento teórico foi conduzido conforme os princípios das Boas Práticas de Fabricação (BPF), estabelecidos pela Resolução RDC nº 301/2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Como parte do trabalho, foram confeccionados protótipos das embalagens primária e secundária. Até o ano de 2022, a elaboração desses materiais foi orientada pela RDC nº 195/2017, substituída posteriormente pela RDC nº 657/2022, que atualiza os requisitos técnicos referentes aos materiais de embalagem em contato com medicamentos. A rotulagem seguiu os parâmetros da RDC nº 730/2022, que define os elementos obrigatórios de identificação e orientação. As embalagens foram desenvolvidas considerando critérios como proteção do produto, estabilidade, rastreabilidade, legibilidade das informações e conformidade com as exigências sanitárias vigentes em cada período.

A bula do medicamento foi elaborada com base na RDC nº 47/2009, contendo todas as seções obrigatórias: composição, indicações, posologia, contraindicações, advertências, reações adversas, interações medicamentosas, modo de uso, condições de armazenamento e orientações ao profissional de saúde.

Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos trabalhos analisados. Os trabalhos incluídos foram aqueles que apresentavam documentação completa ao final do semestre, composta por banner e resumo contendo os dados referentes ao desenvolvimento da formulação e dos demais componentes associados, abrangendo todos os medicamentos sorteados na turma. Foram excluídos os trabalhos que não apresentavam registro consolidado sob a forma de banner ou resumo, o que se aplica especificamente aos semestres 2016.1, 2016.2 e 2020.1 para os quais não foram encontrados registros documentais disponíveis.

Todas as etapas foram conduzidas sob a supervisão da docente responsável, que acompanhou a execução das atividades e verificou a conformidade com os marcos regulatórios aplicáveis a cada fase do período analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Quantitativa e Descritiva dos Fármacos

O Projeto Medicamento do Futuro está em desenvolvimento no curso de Farmácia da Universidade Federal do Maranhão desde o semestre de 2015.2, totalizando a participação de 17 turmas. No período de 2017.1 a 2024.2, com registros sistematizados dos trabalhos desenvolvidos, foram catalogadas 152 equipes, que estudaram 135 fármacos, dos quais 17 foram objeto de estudo em mais de uma oportunidade. Ao longo do projeto, foram elaboradas, de forma teórica, 48 diferentes formas farmacêuticas.

Além disso, foi realizado o depósito de uma patente no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), referente ao quimioterápico Linezolid na forma farmacêutica de aerossol, com a finalidade de garantir o tratamento para pacientes com complicações respiratórias (Brasil, 2021), evidenciando a aplicabilidade dos conhecimentos desenvolvidos e o potencial de inovação tecnológica deste trabalho. Ressalta-se, ainda, que há outras solicitações de propriedade intelectual em fase de tramitação junto ao setor de inovação da Universidade.

A **Tabela 1** apresenta as formas farmacêuticas propostas, evidenciando o número de trabalhos que abordaram cada uma delas e os respectivos fármacos estudados.

Tabela 1. Formas Farmacêuticas Desenvolvidas, incluindo fármacos e quantidade.

(Continua)

Formas Farmacêuticas	Nº	Fármacos
Adesivos Transdérmicos	13	Antimoniato de Meglumina; Cloridrato de Bupropiona; Cloridrato de Idarubicina; Cloridrato de Raloxifeno; Danazol; Etoposídeo; Finasterida; Memantina; Pamidronato Dissódico; Quetiapina; Rasagilina; Tafamidis; Topiramato
		Linezolida
Aerossol	1	Linezolida
Cápsulas de Liberação Prolongada	4	Acetato de Desmopressina; Cloridrato de Bupropiona; Quetiapina; Selexipague
Cápsulas Gastrorresistentes	4	Etossuximida; Pravastatina; Rifabutina; Telbivudina
Cápsulas Gastrorresistentes de Liberação Prolongada	1	Risedronato Sódico
Cápsulas com <i>Pellets</i>	2	Ciclofosfamida; Ivacaftor
Cápsulas Gelatinosas com Nanopartículas	1	Calcitriol
Cápsulas moles com Lipossomas	1	Tafenoquina Lipossomal
Comprimidos de Liberação Prolongada	8	Amissulprida; Diltiazem; Entacapona; Estavudina; Ganciclovir; Nitroxolina; Oxcarbazepina; Primidona
Comprimidos Gastrorresistentes	3	Rosoxacina; Terbinafina; Ziprasidona
Comprimidos Gastrorresistentes de Liberação Prolongada	5	Alfacalcidol; Ezetimiba; Flucitosina; Fosamprenavir; Miglustate
Comprimido Mastigável	1	Entecavir
Comprimido Orodispersível	11	Azatioprina; Bromidrato de Galantamina; Carbonato de Lítio; Cloridrato de Fluoxetina; Cloridrato de Triexifenidil; Etanolato de Darunavir; Everolimo; Fluvastatina; Levetiracetam; Risperidona; Zolpidem
		Acarbose
Comprimido Orodispersível com vesículas lipossômicas	1	Acarbose

Tabela 1. Formas Farmacêuticas Desenvolvidas, incluindo fármacos e quantidade.

(Continua)

Formas Farmacêuticas	Nº	Fármacos
Comprimido Sublingual	7	Artemeter + Lumefantrina; Bezafibrato de Sódio; Ceftriaxona; Didanosina; Monohidrato de Bosentana; Fluvoxamina; Ivacaftor
		Itraconazol
Crema Dermatológico	1	Itraconazol
Drágeas	4	Adefovir Dipivoxil; Cloridrato de Nortriptilina; Fluconazol; Moxifloxacino
Elixir	1	Ácido Ursodesoxicólico
Emulsão Múltipla S/W/O	1	Zanamivir
Filme Orodispersível	5	Baricitinibe; Clobazam; Mirtazapina; Raltegravir; Tiamazol
Filme Orodispersível com Micelas	1	Upadacitinibe
Gel Transdérmico	1	Gabapentina
Gel Dermatológico	2	Baricitinibe; Trifluridina
Granulado de Açúcar	1	Ofloxacina
Injetáveis (Suspensão; Nanossuspensão; Pó para suspensão; Lipossomas)	12	Anfotericina B; Antimoniato de Meglumina; Artesunato; Maraviroque; Medroxiprogesterona; Metotrexato; Nevirapina; Nitazoxanida; Saquinavir; Sorafenibe; Teclozona; Voriconazol
		Fanciclovir
Microsfersas revestidas para liberação controlada	1	Fanciclovir
Minicomprimidos	4	Eltrombopague Olatin; Fumarato de Dimetila; Sitagliptina; Zopiclona
Nanoemulsão Oral	3	Ciclosporina; Delamanida; Tolcapona
Nanoemulsão Intranasal	1	Riluzol Benzotiazol
Nanossuspensão Oral	1	Nitazoxanida
Pastilha Gomosa	1	Sildenafil
Pastilha Sublingual	2	Cloridrato de Amitriptilina; Flucitosina
Pomada	1	Idoxuridina
Pó para inalação	1	Praziquantel

Tabela 1. Formas Farmacêuticas Desenvolvidas, incluindo fármacos e quantidade.

(Conclusão)

Formas Farmacêuticas	Nº	Fármacos
Sabonete Líquido Íntimo	1	Nitrato de Miconazol
Solução Intranasal	2	Bromocriptina; Claritromicina
Solução para Inalação	1	Gemifloxacino
Solução Oral	2	Penicilamina; Raltegravir
Spray Nasal	3	Fingolimode; Pramipexol; Morfina
Supositórios	3	Artesunato + Mefloquina; Fenitoína; Topiramato
Suspensão Oral de Nanoesferas	2	Atazanavir; Levofloxacino
Suspensão Oral de Liberação Prolongada	1	Metilfenidato
Suspensão Oral	25	Atazanavir; Biperideno; Cabergolina; Ciclosporina; Clindamicina; Clonidina; Clozapina; Deferasirox; Dolutegravir; Doxiciclina; Entecavir; Espiramicina; Itraconazol; Levofloxacino; Miltefosina; Niclosamida; Nitroxolina; Olanzapina; Pergolida; Pioglitazona; Repaglinida; Simeprevir; Sulfassalazina; Tipranavir; Trandolapril
Xarope	5	Dicloridrato de Sapropterina; Dietilcarbamazina; Rasagilina; Rivastigmina

Fonte: Próprias Autoras, 2025

Nota: Nº: número de trabalhos

Os 135 fármacos estudados ao longo do projeto pertenciam a 28 classes terapêuticas distintas. Essas classes podem ser organizadas em 17 grupos principais, para melhor visualização.

Na **Tabela 2** é possível identificar os grupos de agentes terapêuticos subdivididos didaticamente, e a quantidade de fármacos pertencentes a cada grupo.

Tabela 2. Fármacos distribuídos por Classes Terapêuticas.

(Continua)

Classes Terapêuticas	Quantidade de Fármacos
Agentes Antidiabéticos	4
Agentes para Distúrbios Endócrinos e Metabólicos	10
Agentes para Doenças Hepatobiliares	1
Agentes para Fibrose Cística	1
Agentes para Doenças Lisossômicas de Depósito	1
Agentes Anti-infecciosos (antibacterianos, antivirais, antiparasitários e antifúngicos)	51
Agentes Antineoplásicos e Imunossuppressores	13
Agentes para Doenças do Sistema Nervoso Central	37
Agentes Cardiovasculares	4
Agentes Hematológicos	1
Agentes Quelantes	2
Agentes para Doenças Ósseas	2
Agentes para Dislipidemias	4
Agentes para Saúde Sexual Masculina	1
Agentes para Urologia	1
Analgésicos Opioides	1
Agentes para Amiloidose	1

Fonte: Próprias Autoras, 2025

As classes de Agentes Anti-infecciosos e Agentes para Doenças do Sistema Nervoso Central (SNC) destacam-se significativamente, compreendendo aproximadamente 37,8% e 27,4% do total, respectivamente. Adicionalmente, os Agentes Antineoplásicos e Imunomoduladores representam cerca de 10,4% dos fármacos. Outras categorias notáveis incluem fármacos para Distúrbios Endócrinos e Metabólicos, Agentes Antidiabéticos, Cardiovasculares, Dislipidemias, e um conjunto diversificado de agentes para Doenças Hepatobiliares, Fibrose Cística, Doenças Lisossômicas de Depósito, Hematológicos, Quelantes, Doenças Ósseas, Saúde Sexual Masculina, Urologia, Analgésicos Opioides e Amiloidose, demonstrando que o projeto buscou estudar um amplo espectro de atuação da terapia medicamentosa na resposta às distintas demandas clínicas.

Dentre todas as formulações desenvolvidas, as formas farmacêuticas orais foram as mais prevalentes, sendo adotadas por 100 equipes participantes do projeto. Essa via de administração representou 65,8% do total de formulações propostas, consolidando-se como a preferência majoritária no estudo. Em seguida, tem-se as vias transdérmica, com 14 formulações (9,21%); parenteral, com 12 formulações (7,89%) incluindo vias subcutânea, intramuscular e endovenosa; as vias sublingual e nasal com nove formulações cada (5,92%); a via tópica, escolhida por cinco equipes (3,29%) e a via retal, com três formulações desenvolvidas (1,97%).

A **Figura 1** ilustra a distribuição percentual das vias de administração, destacando a predominância da via oral.

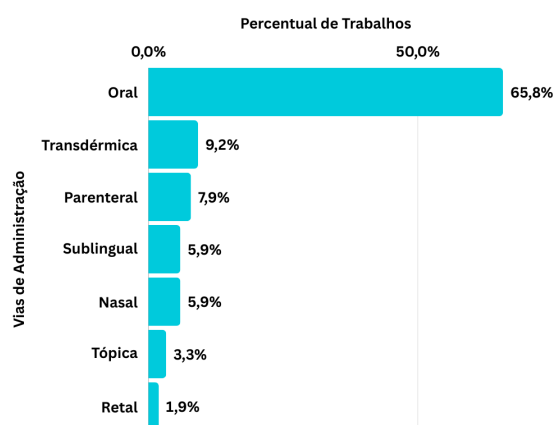


Figura 1 - Vias de Administração por Percentual de Trabalhos.

Análise da Justificativa na escolha da Forma Farmacêutica

Ao propor uma nova forma farmacêutica, diversos aspectos são cuidadosamente considerados, como a biodisponibilidade do fármaco, redução de efeitos adversos e sua via de administração. Além disso, fatores como a sintomatologia clínica da doença, as necessidades do paciente e o contexto social em que o medicamento será empregado também são de extrema importância na escolha de formas farmacêuticas a serem preparadas (Aulton e Taylor, 2016). Dessa forma, o uso de tecnologias no âmbito farmacêutico em todo seu domínio, permite a criação de sistemas de liberação mais sofisticados e eficientes, que contribuem significativamente para a melhoria dos resultados clínicos e da qualidade de vida dos pacientes (Guterres, 2025).

Dentre as justificativas apresentadas pelas equipes para a forma farmacêutica proposta, destaca-se o aumento da biodisponibilidade. Esta é definida como a velocidade e a extensão de absorção de um fármaco inalterado (princípio ativo) contido em uma forma farmacêutica (ANVISA, 2020). Para que o princípio

ativo tenha efeito terapêutico, ele precisa estar disponível na dose e no tempo corretos no organismo. Essa otimização é proposta por diversas novas formas, como nanopartículas, lipossomas, adesivos transdérmicos e sistemas intranasais, que demonstram vantagens significativas na superação do metabolismo pré-sistêmico ou no aumento da solubilidade de fármacos com baixa biodisponibilidade oral. Tecnologias baseadas em nanopartículas, por exemplo, podem elevar em até quatro vezes a biodisponibilidade de certos fármacos administrados oralmente (Noël, 2015; Patra et al., 2018).

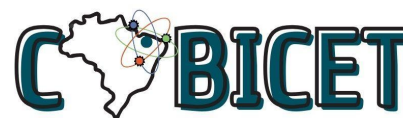
Via Oral

A via oral é a forma mais comum de administrar medicamentos devido à sua praticidade e segurança (Aulton e Taylor, 2016). A predominância da via oral entre as formas farmacêuticas desenvolvidas reflete não apenas sua ampla aceitação clínica e facilidade de administração, mas também sua versatilidade em termos de apresentações disponíveis, como comprimidos, cápsulas, soluções e suspensões. Dentre estas, a suspensão oral destacou-se como a forma mais recorrente ao longo do projeto. Essa preferência pode ser atribuída à sua adequação para diferentes faixas etárias, especialmente pediátrica e geriátrica, por permitir ajustes de dose e facilitar a deglutição, além de possibilitar maior estabilidade para fármacos insolúveis ou instáveis em meio aquoso (Casas, 2023; Bruns; Ober, 2018).

Suspensões também oferecem vantagens na modulação do sabor, o que aumenta a adesão ao tratamento, particularmente em populações vulneráveis (Morg, 2024; Fernandes, 2018). Dessa forma, seu uso recorrente destaca a preocupação em alinhar a eficácia terapêutica à aceitabilidade e à segurança do paciente (Bhattacharjee Et Al., 2023), o que corrobora com o material produzido pelos alunos, em que a maioria justificou o uso de suspensões como alternativa para aumentar a adesão e comodidade para pacientes que apresentam dificuldade de deglutição.

Outras formas também foram pensadas para facilitar a deglutição dos pacientes, mas ainda mantendo a via de administração oral. Algumas equipes recorreram aos comprimidos e filmes orodispersíveis. As formas orodispersíveis se desintegram ou dissolvem-se rapidamente quando entra em contato com a saliva, mas que tem a sua absorção ainda pelo trato gastrointestinal, com a ingestão do líquido formado na boca, sendo uma alternativa que pode ser armazenada e transportada de maneira mais prática em comparação com as apresentações líquidas (Ansel, Popovich e Allen, 2013).

Também foi possível observar a escolha de drágeas e minicomprimidos como outras alternativas para



contornar a dificuldade de deglutição. As drágeas nada mais são do que produtos farmacêuticos, em geral comprimidos, que foram revestidos através do processo de drageamento, processo que envolve a aplicação de várias camadas de revestimento à base de sacarose ou outros compostos hidrossolúveis, conferindo ao medicamento um aspecto arredondado, liso, com coloração uniforme e polido (Aulton e Taylor, 2016). Essa característica das drágeas permite um fácil deslizamento pelo trato oral, facilitando a deglutição, além da capacidade de mascarar sabor ou odor desagradáveis e rápida dissolução após a ingestão. Entretanto, o drageamento é um processo técnico difícil e dispendioso em tempo, além do aumento considerável no tamanho do medicamento, elevando o seu custo de armazenamento e transporte, o que leva à sua desvantagem em relação aos revestimentos à base de polímeros (Ansel, Popovich e Allen, 2013; Aulton e Taylor, 2016). Os minic comprimidos, por sua vez, são comprimidos desenvolvidos na escala de 1 a 2 mm, facilitando a ingestão por conta do seu tamanho reduzido (Aulton e Taylor, 2016).

Soluções orais também são alternativas eficientes para formas líquidas, atuando mais rapidamente que as suspensões ou formas sólidas, uma vez que o fármaco já se encontra em dissolução (Aulton e Taylor, 2016). As soluções, assim como as suspensões, também podem apresentar flavorizantes, para fornecer sabor e odor agradáveis. Entretanto, para o preparo de uma solução tem que se ter um fármaco solúvel no sistema solvente escolhido, que muitas vezes trata-se de um sistema hidrossolúvel, o que dificulta a incorporação de fármacos lipofílicos (Ansel, Popovich e Allen, 2013).

Outras formas líquidas projetadas, embora em menor quantidade, foram as nanoemulsões, nanossuspensões e emulsão múltipla. Emulsão consiste em uma apresentação em que dois líquidos imiscíveis são colocados juntos, com uma área mínima de contato entre os dois líquidos, na emulsão O/A há a presença de partículas dispersas de um agente hidrofóbico na fase contínua solúvel em água, e resulta em uma aparência mais homogênea. Já a emulsão A/O possui partículas hidrossolúveis em meio oleoso (Souza, 2017; Silva, 2020). As emulsões múltiplas são processos em que o sistema é emulsionado, em geral, duas vezes, formando uma emulsão A/O/A ou O/A/O (Aulton e Taylor, 2016). No caso das nanoemulsões, as gotículas dispersas apresentam-se em escala nanométrica, o que confere maior estabilidade e potencialidade para sistemas carreadores de fármacos (Bruxel et al., 2012). O mesmo é válido para as nanossuspensões, as quais se tratam de suspensões que apresentam partículas em nanoescala.

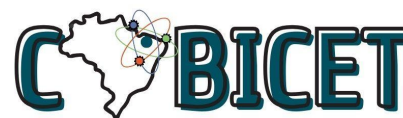
O uso de nanotecnologia pode ser requerido para melhorar características dos fármacos, como a sua solubilidade, biodisponibilidade, meia-vida plasmática, além de proteção contra degradação (Aulton e Taylor, 2016). Além das nanoemulsões e nanossuspensões, citadas anteriormente, outras nanotecnologias foram exploradas por algumas equipes, como os lipossomas, micelas e nanocristais. Apesar de conferir uma melhora substancial na ação farmacocinética, as nanotecnologias são mais caras em relação às tecnologias convencionais de desenvolvimento de fármacos, o que implica no aumento do custo final do medicamento.

Outra justificativa para alteração de formas farmacêuticas foi a necessidade da resistência gástrica, por motivos de irritação, intolerância ou proteção do fármaco. O uso de cápsulas e comprimidos gastrorresistentes e formulações sublinguais está diretamente relacionado à proteção da mucosa gástrica e à prevenção de irritações e úlceras associadas a certos princípios ativos. O Risedronato Sódico, por exemplo, possui potencial ulcerogênico, e sua formulação gastrorresistente com liberação prolongada é uma medida eficaz para mitigar esse risco (Agostinho, 2009; UK NHS, 2022).

A redução da frequência de administração também se configura como uma estratégia crucial, especialmente em tratamentos de longo prazo. Cápsulas e comprimidos de liberação prolongada permitem a manutenção de concentrações plasmáticas estáveis, reduzem picos de concentração que podem gerar efeitos adversos e melhoram a experiência terapêutica do paciente (Ansel, 2014).

Via Transdérmica

A segunda via mais utilizada (9,21% das formulações) destacou-se pela capacidade de liberação sustentada e alteração do metabolismo hepático. Adesivos de clonidina, por exemplo, foram propostos para o tratamento da hipertensão, proporcionando liberação constante por até sete dias (Prausnitz & Langer, 2008). Da mesma forma, os géis de gabapentina (Tabela 1) demonstraram potencial para minimizar os efeitos adversos gastrointestinais associados à administração oral. Essa via é particularmente valorizada por possibilitar liberação controlada, favorecer a adesão ao tratamento e aumentar a biodisponibilidade de medicamentos susceptíveis ao metabolismo de pré sistêmico (Prausnitz & Langer, 2008; Hadgraft & Lane, 2005). As apresentações mais comuns incluem adesivos, géis e loções, recomendadas para fármacos com permeabilidade dérmica adequada e perfil terapêutico que demande liberação prolongada (Williams & Barry, 2012).



Via Parenteral

A via parenteral foi a terceira via mais explorada. Ela permite a administração direta na corrente sanguínea ou em tecidos, evitando o trato gastrointestinal. Suas principais vantagens são a rápida absorção, a biodisponibilidade total e a possibilidade de administração de fármacos instáveis no trato digestivo ou com baixa absorção oral (Gibaldi & Perrier, 1982; Sinko, 2011). As vias mais comuns incluem a intravenosa, intramuscular, subcutânea e intradérmica. Apesar de suas vantagens, essa via exige rigorosas condições de assepsia e capacitação técnica, devido ao maior risco de infecções e outras complicações (Mackenzie et al., 2021).

Via Sublingual

A via sublingual é uma opção farmacêutica estrategicamente escolhida quando se busca uma rápida absorção e o início de ação imediato de um fármaco. A justificativa para sua escolha reside na sua capacidade de contornar o metabolismo pré-sistêmico, protegendo o medicamento da degradação enzimática. A alta permeabilidade favorece a passagem do fármaco, através da rica vascularização da mucosa sublingual. Isso resulta em um rápido início de ação e melhor biodisponibilidade em comparação com a administração oral. (Goswami T, 2008; Khan, 2017).

Além disso, a administração sublingual pode facilitar a administração para pacientes com dificuldade de deglutição, somada à redução da dose necessária, minimizando efeitos adversos. Uma nova forma farmacêutica é pensada visando uma otimização, seja em comprimidos de rápida desintegração ou cápsulas de gelatina mole contendo o fármaco líquido, garantindo que as propriedades físico-químicas do medicamento sejam ideais para a permeação pela membrana sublingual (Goswami T, 2008; Aulton, 2016).

Via Intranasal

As terapias farmacológicas por via oral frequentemente esbarram em obstáculos significativos. A absorção limitada e a dificuldade de permeação cerebral são problemas comuns, agravados pelo rápido processamento e eliminação dos fármacos pelo organismo. Isso muitas vezes exige doses elevadas, que não só amplificam reações adversas indesejadas e o desconforto para os pacientes. A principal razão para a dificuldade de diversos compostos atingirem o cérebro reside na barreira hematoencefálica, uma espécie de "escudo" biológico que protege o sistema nervoso central de substâncias potencialmente nocivas (Erdő F, 2018).

Nesse contexto, a administração intranasal de medicamentos emerge como um caminho revolucionário. Essa abordagem oferece uma maneira

de transpor a barreira hematoencefálica, permitindo que os fármacos alcancem o cérebro de forma mais direta e eficaz. Como resultado, facilita-se a administração, além da redução dos efeitos colaterais em outras partes do corpo e a possibilidade de utilizar doses menores para obter o mesmo ou até um efeito superior. Além disso, medicamentos administrados por essa via geralmente exibem uma maior disponibilidade biológica e uma melhor tolerabilidade, culminando em uma exposição cerebral mais significativa quando comparados aos tratamentos orais, sendo particularmente útil em pacientes com náuseas ou vômitos, por evitar o trato gastrointestinal. (Erdő F, 2018; Guterres, 2025).

Via Tópica

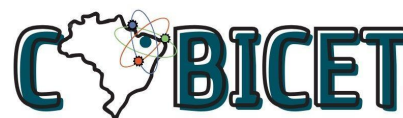
A via tópica se destaca graças à sua simplicidade de uso, aumentando a adesão ao tratamento, sendo uma via de administração não invasiva. Dessa forma, diminuindo efeitos adversos relacionados à via oral, contornando problemas de intolerância gastrointestinal (Singh Malik et al., 2016).

Tais características são particularmente relevantes em condições dermatológicas, oculares ou musculoesqueléticas localizadas, onde a concentração do medicamento na área-alvo é crucial para a eficácia terapêutica. A administração de analgésicos por essa via, torna-se especialmente vantajosa no tratamento da dor, visto que proporciona alívio evitando o metabolismo pré-sistêmico, contribuindo para uma maior disponibilidade do fármaco na região desejada, otimizando o efeito terapêutico (Singh Malik et al., 2016; Leppert et al., 2018).

Via Retal

A via de administração retal oferece uma alternativa versátil demonstrando eficácia na distribuição sistêmica de medicamentos, servindo como uma opção viável quando a via oral não é ideal, como no caso de crianças em tratamento hospitalar, pessoas desacordadas. Essa rota se mostra particularmente benéfica para fármacos que enfrentam desafios como baixa absorção no trato gastrointestinal superior, instabilidade frente a enzimas proteolíticas, irritação da mucosa gástrica ou quando altas doses são necessárias e a formulação oral sólida é inviável (Jannin et al., 2014).

Portanto, a escolha da forma farmacêutica não se limita a questões tecnológicas, mas é uma decisão estratégica baseada em parâmetros clínicos, farmacológicos e sociais. O desenvolvimento de formas inovadoras está intrinsecamente ligado à busca por tratamentos mais eficazes, seguros e centrados no paciente.



Perspectivas Futuras

Considerando os resultados obtidos ao longo da execução da disciplina de Tecnologia Farmacêutica, observa-se que os projetos elaborados pelos discentes apresentam elevado potencial acadêmico e formativo. As propostas, fundamentadas em sólida base teórica, buscaram conceber formas farmacêuticas inovadoras, priorizando a melhoria da adesão terapêutica, o aumento da biodisponibilidade, a praticidade de uso e a adequação ao perfil clínico dos pacientes.

Embora desenvolvidas apenas em nível teórico, as simulações realizadas contemplaram etapas fundamentais do processo de inovação farmacêutica, incluindo a análise de propriedades biofarmacêuticas, a seleção da forma farmacêutica ideal, a elaboração de documentos regulatórios e a discussão de estratégias de registro, alinhadas às diretrizes da legislação sanitária vigente. As propostas abrangeram uma diversidade de formas farmacêuticas, considerando diferentes classes terapêuticas e faixas etárias.

Para o aprimoramento dessa proposta pedagógica, torna-se desejável, no futuro, incorporar recursos didáticos e estratégias de simulação científica mais avançadas, como modelagens computacionais, softwares preditivos de perfil de liberação, estudos de viabilidade teórica por meio de ferramentas biofarmacêuticas e bases de dados experimentais. A adoção dessas tecnologias poderá conferir maior realismo, profundidade técnica e aderência às práticas contemporâneas da indústria farmacêutica, mesmo no contexto acadêmico.

Entretanto, é necessário reconhecer que limitações estruturais impactam diretamente a possibilidade de avanço desses projetos para etapas de validação prática. A principal restrição reside na ausência de infraestrutura laboratorial adequada, que inviabiliza a produção de protótipos e a realização de ensaios farmacotécnicos, físico-químicos, biofarmacêuticos e de estabilidade. Tampouco foi possível empregar técnicas de caracterização de sistemas multiparticulados, realizar testes *in vitro* e *in vivo* ou utilizar ferramentas avançadas de modelagem molecular e simulação de perfis de liberação modificada.

Ainda assim, os projetos desenvolvidos demonstram a capacidade dos discentes em aplicar, de forma criativa, crítica e coerente, os princípios técnico-científicos relacionados ao desenvolvimento farmacotécnico. Essa experiência favorece a formação de profissionais com visão ampliada da ciência farmacêutica, conscientes das demandas terapêuticas atuais e aptos a propor soluções tecnológicas adequadas às necessidades dos pacientes.

Dessa forma, as perspectivas futuras apontam para a continuidade, o fortalecimento e a expansão dessa iniciativa acadêmica, com ênfase na consolidação de uma formação voltada à inovação, à individualização terapêutica e à integração entre teoria e prática, mesmo diante das limitações institucionais vigentes.

CONCLUSÃO

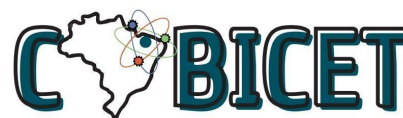
O estudo e o desenvolvimento de novas formas farmacêuticas são fundamentais para o avanço contínuo das terapias medicamentosas, refletindo o compromisso com a eficácia, a segurança e a personalização dos tratamentos. Nesse contexto, o projeto “Medicamento do Futuro” revelou-se uma iniciativa estratégica de formação, ao proporcionar aos estudantes de Farmácia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) uma experiência prática, inovadora e alinhada às demandas reais da indústria farmacêutica e da sociedade.

Por meio da análise das propriedades físico-químicas dos fármacos, da aplicação de tecnologias farmacêuticas para otimização dessas características, bem como da reflexão sobre os impactos clínicos e sociais das formas desenvolvidas, os discentes puderam consolidar competências essenciais à prática profissional.

Apesar de lacunas documentais em determinados períodos (2015.2, 2016.1, 2016.2 e 2020.1), os dados disponíveis permitiram uma análise robusta, que evidenciou a criação de 48 formas farmacêuticas distintas por 152 equipes, envolvendo 135 princípios ativos. A predominância da via oral, nas formas de comprimidos e suspensões, confirma sua relevância terapêutica e econômica, dada a ampla aceitação, facilidade de administração e viabilidade de produção. Essa escolha, frequentemente associada ao uso de matérias-primas acessíveis e processos tecnológicos consolidados, demonstra o equilíbrio entre inovação e aplicabilidade prática.

Por outro lado, a exploração de vias alternativas, como a transdérmica — segunda mais recorrente entre as propostas —, além de formas para administração parenteral, sublingual, intranasal e retal, reflete o esforço das equipes em superar limitações da via oral, promovendo a otimização do perfil farmacocinético e da adesão terapêutica. A seleção criteriosa dessas vias considerou não apenas as propriedades físico-químicas dos fármacos, mas também as necessidades clínicas dos pacientes e os objetivos terapêuticos.

Adicionalmente, destaca-se que, como reconhecimento do potencial inovador das atividades, uma das propostas desenvolvidas no âmbito deste projeto resultou no depósito de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), atualmente em fase de análise, reforçando o caráter



aplicável, tecnológico e científico da metodologia adotada. Importante também ressaltar que outras propostas elaboradas pelos estudantes encontram-se em processo de avaliação no INPI, o que evidencia não apenas a qualidade técnica dos projetos desenvolvidos, mas também a capacidade dos discentes em transformar conhecimento científico em soluções tecnológicas com potencial de impacto no cenário farmacêutico nacional.

Assim, conclui-se que os objetivos propostos foram plenamente alcançados, uma vez que as equipes, em consonância com a docente responsável, desenvolveram não apenas modelos de formas farmacêuticas inovadoras, mas também protótipos de embalagens primárias e secundárias, considerando aspectos físico-químicos, farmacológicos, tecnológicos e regulatórios para garantir a viabilidade das propostas.

Para o futuro, recomenda-se a incorporação de ferramentas digitais avançadas, como modelagem molecular, simulações biofarmacêuticas e softwares preditivos, além da busca por parcerias institucionais que viabilizem o desenvolvimento experimental dos protótipos. Dessa forma, será possível aprofundar ainda mais a formação dos estudantes na área de inovação farmacêutica, fortalecendo a integração entre teoria, prática e desenvolvimento tecnológico, com vistas à promoção de terapias cada vez mais seguras, eficazes e personalizadas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com a valiosa contribuição dos discentes da disciplina de Tecnologia Farmacêutica da Universidade Federal do Maranhão, no período de 2015.2 a 2024.2. Cada um deles colaborou com propostas inovadoras para os fármacos estudados, enriquecendo este projeto com diferentes perspectivas e sugestões relevantes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Conceitos e definições**. Brasília, DF: ANVISA, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/perguntasfrequentes/medicamentos/conceitos-e-definicoes> >. Acesso em: 21 de maio de 2025

AGOSTINHO, B. T.; DOMINGUES, G. A. Avaliação da gastrorresistência de cápsulas manipuladas em farmácias magistrais no município de Votuporanga, SP. **Infarma**, Brasília, v. 21, n. 11/12, p. 29-36, 2009. Disponível em: < <https://cfe.emnuvens.com.br/infarma/article/download/118/220/878> >. Acesso em: 19 maio de 2025.

ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G.; ALLEN, L. V. **Formas Farmacêuticas & Sistemas de Liberação de Fármacos**. 9ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

AULTON, M. E.; TAYLOR, K. M. G. Delineamento de formas farmacêuticas. Tradução: Francisco Sandro Menezes. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

BHATTACHARJEE, T. et al. Review on oral suspensions for paediatric patient. **Universal Journal of Pharmaceutical Sciences Research**, v. 1, n. 1, p. 1–7, 2023. Disponível em: <https://ujpsr.in/index.php/journal/article/view/6>. Acesso em: 23 maio 2025.

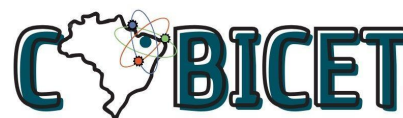
BRASIL. Universidade Federal do Maranhão. **Quimioterápico de linezolida em aerossol**. Inventores: Maria Luiza Cruz; Carlos Eduardo Passinho Raiol; Lenivaldo Jorge Alves Martins; Marcus Vinicius Chagas Amorim; Raoni Sousa Muniz. Depósito de patente BR 10 2020 002741 7 A2. Depósito em: 10 fev. 2020. Publicado em: 17 ago. 2021.

BRUNS, C.; OBER, M. Development and Preparation of Oral Suspensions for Paediatric Patients – a Challenge for Pharmacists. **Pharmaceutical Technology in Hospital Pharmacy**, v. 3, n. 2, p. 61–68, 2018. Disponível em: < <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/pthp-2018-0008/html> >. Acesso em: 23 de maio de 2025.

BRUXEL, F.; LAUX, M.; WILD, L. B.; FRAGA, M.; KOESTER, L. S.; TEIXEIRA, H. F. Nanoemulsões como sistemas de liberação parenteral de fármacos. **Química Nova**, v. 35, n. 9, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000900023> >. Acesso em: 24 de maio de 2025.

CASAS, M. **Formas farmacêuticas de uso pediátrico: uma revisão da literatura com enfoque nos estudos de estabilidade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/252541> >. Acesso em: 23 maio de 2025.

DURAN-LOBATO, M. et al. Nanotechnologies for the delivery of biologicals: Historical perspective and current landscape. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 176, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.113899> >. Acesso em: 19 de maio de 2025.



ERDŐ, F.; BORS, L. A.; FARKAS, D., BAJZA, Á.; GIZURARSON, S. Evaluation of intranasal delivery route of drug administration for brain targeting. **Brain Res Bull**, v. 143, 2018. Disponível em: < 10.1016/j.brainresbull.2018.10.009 >. Acesso em: 23 de maio de 2025

FERNANDES, M. de L. S. G. P. Avaliação da Estabilidade de uma Suspensão Farmacêutica. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Química) – **Universidade de Coimbra**, 2018. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/98255>. Acesso em: 23 maio 2025.

Gibaldi, M.; Perrier, D. **Pharmacokinetics** (2nd ed.). Marcel Dekker, 1982.

GOSWAMI, T., JASTI, B., LI, X. Sublingual drug delivery. *Crit Rev Ther Drug Carrier Syst*, v. 25, n. 5, p. 449-4484, 2008. Disponível em: < 10.1615/critrevtherdrugcarriersyst.v25.i5.20 >. Acesso em: 23 de maio de 2025.

GUTERRES, S. S. As fronteiras da Tecnologia Farmacêutica. *Uppharma*, [s.l.], p. 34-36, jul./ago. 2022. Disponível em: < [Uppharma-198-Academia-Nacional-de-Farmacia.pdf](#) >. Acesso em: 18 maio 2025.

HADGRAFT, J.; LANE, M. E. Skin permeation: the years of enlightenment. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 305, n. 1-2, 2005. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2005.07.038> >. Acesso em 23 de maio de 2025.

JANNIN, V.; LEMAGNEN, G.; GUEROULT, P.; LARROUTURE, D.; TULEU, C. Rectal route in the 21st Century to treat children. **Adv Drug Deliv Rev**, 2014. Disponível em: < 10.1016/j.addr.2014.05.012 >. Acesso em: 23 de maio de 2025.

KHAN, A. B.; KINGSLEY, T.; CAROLINE, P. Sublingual Tablets and the Benefits of the Sublingual Route of Administration. **Journal of Pharmaceutical Research**, Bangalore, v. 16, n. 3, p. 257-267, 2017.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANIG, J. L. **Teoria e prática na indústria farmacêutica**. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

LEPPERT, W., MALEC-MILEWSKA, M., ZAJACZKOWSKA, R., WORDLICZEK, J. Transdermal and Topical Drug Administration in the Treatment of Pain. **Molecules**, v. 23, n. 3, 2018. Disponível em: < 10.3390/molecules23030681 >. Acesso em: 23 de maio de 2025.

MACKENZIE, C.; SMITH, S.; O'ROURKE, C. Best practices for safe and effective parenteral medication administration. **Journal of Clinical Nursing**, v. 30, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/jocn.15677> >. Acesso em: 23 de maio de 2025.

MORG, S. Enhancing Pediatric Care: The Importance of Oral Suspensions in Pediatric Drug Delivery. **Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 8, n. 1, p. 9–15, 2024. Disponível em: < <https://www.primescholars.com/articles/enhancing-pediatric-care-the-importance-of-oral-suspensions-in-pediatric-drug-delivery-128106.html> >. Acesso em: 23 maio de 2025

NOËL, F. Biodisponibilidade e Absorção. **Newsletter da SBFTE**, [s.l.], 2015. Disponível em: < https://sbfte.org.br/wp-content/uploads/2019/09/4_BIODISPONIBILIDADE.pdf >. Acesso em: 18 maio de 2025.

PRAUSNITZ, M. R.; LANGER, R. (2008). Transdermal drug delivery. **Nature Biotechnology**, v. 26, n. 11, p. 1261-1268, 2008. Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/nbt.1504> >. Acesso em: 24 de maio de 2025.

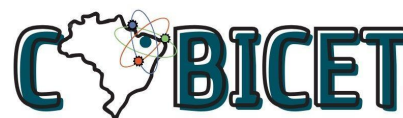
PATRA, *et. al.* Nanotechnology in healthcare: a comprehensive review. **Journal of Nanobiotechnology**, London, v. 16, n. 1, p. 1-22, 2018. Disponível em: < <https://jnanobiotechnology.biomedcentral.com/article/s/10.1186/s12951-018-0392-8> >. Acesso em: 19 maio 2025.

SANTA HELENA, Ernani Tiaraju de; NEMES, Maria Ines Battistella; ELUF-NETO, José. Desenvolvimento e validação de questionário multidimensional para medir não-adesão ao tratamento com medicamentos. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, p. 764-767, 2008.

SANTOS, G. C. DOS . *et al.* A Química Por Trás Dos Medicamentos Distribuídos Pelo Programa Farmácia Popular No Brasil: Rotas Sintéticas, Relação Estrutura-Atividade E Perspectivas Futuras. **Química Nova**, v. 44, n. 10, p. 1280–1299, 2021.

SERAJUDDIN, A. T. M. Salt formation to improve drug solubility. **Advanced drug delivery reviews**, v. 59, n. 7, p. 603–16, 2007.

SILVA, *et al.* Emulsões múltiplas: formação e aplicação em sistemas farmacêuticos e cosméticos.



Ciência Rural, 2020. Disponível em: <
<https://www.scielo.br/jr/a/vtTyqkhjnYhjbkvYxSd3JZQ/?lang=pt>>. Acesso em: 24 de maio de 2025

SINGH, M. D., MITAL, N., KAUR, G. Topical drug delivery systems: a patent review. **Expert Opin Ther Pat**, v. 26, n. 2, p. 213-228, 2016. Disponível em: <10.1517/13543776.2016.1131267>. Acesso em: 22 de maio de 2025.

SINKO, P. J. **Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences** (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

SOUZA, W. J. Estudo da estabilidade de emulsões água-óleo: efeito do teor da fase dispersa na velocidade de sedimentação da emulsão. **Universidade Tiradentes**, 2017. Disponível em: <
<https://mestrados.unit.br/pep/wp-content/uploads/sites/4/2017/02/ESTUDO-DA-ESTABILIDADE-DE-EMULS%C3%95ES-%C3%81GUA-%C3%93LEO-FEITO-DO-TEOR-DE-FASE-DISPERSA-NA-VELOCIDADE-DE-SEDIMENTA%C3%87%C3%83O-DA-EMULS%C3%83O.pdf?curso=>>. Acesso em: 24 de maio de 2025.

UK NHS. **SIDE EFFECTS of risedronate**. UK, 2022. Disponível em: <
<https://www.nhs.uk/medicines/risedronate/side-effects-of-risedronate/>>. Acesso em: 19 maio 2025.

WILLIAMS, A. C., BARRY, B. W. Penetration enhancers. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 64, p. 128-137, 2012. Disponível em: <
<https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.033>>. Acesso em 22 de maio de 2025.