

CRIOLIPÓLISE COMO TÉCNICA NÃO INVASIVA PARA REDUÇÃO DE GORDURA LOCALIZADA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR ENTRE BIOLOGIA E QUÍMICA

CRYOLIPOLYSIS AS A NON-INVASIVE TECHNIQUE FOR LOCALIZED FAT
REDUCTION: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH BETWEEN BIOLOGY
AND CHEMISTRY

Ciências Exatas e da Terra, Ciências da Saúde • 25/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/777053847](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/777053847)

Francisco José Mininel¹

Fernanda Mardegan Delatim Ximenes²

Naiara de Souza Portari³

RESUMO

A criolipólise é uma técnica estética não invasiva que promove a redução de gordura localizada por meio do resfriamento controlado dos adipócitos. O presente artigo tem como objetivo analisar os fundamentos biológicos e químicos da criolipólise, destacando seu mecanismo de ação, eficácia e aplicação didática no ensino médio. Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica associado a uma atividade experimental realizada com estudantes do Ensino Médio no Programa Ensino Integral (PEI) do Estado de São Paulo. Os resultados indicam que a técnica promove apoptose seletiva dos adipócitos devido à maior sensibilidade dessas células ao frio, além de envolver processos bioquímicos como a cristalização lipídica e resposta inflamatória mediada por macrófagos. A atividade experimental demonstrou significativa aprendizagem dos conceitos de termodinâmica, metabolismo lipídico e estrutura celular. Conclui-se que a abordagem interdisciplinar favorece a aprendizagem significativa.

Palavras-chave: criolipólise; adipócitos; metabolismo lipídico; ensino interdisciplinar; biologia e química.

ABSTRACT

Cryolipolysis is a non-invasive aesthetic technique that reduces localized fat through controlled cooling of adipocytes. This study aims to analyze the biological and chemical foundations of cryolipolysis, highlighting its mechanism of action, effectiveness, and its didactic application in high school education. This is a bibliographic review combined with an experimental activity carried out with high school students in the São Paulo State Full-Time Education Program (PEI). Results indicate that the technique promotes selective apoptosis of adipocytes due to their higher sensitivity to cold, involving biochemical processes such as lipid

crystallization and inflammatory response mediated by macrophages. The experimental activity demonstrated significant learning of thermodynamics, lipid metabolism, and cell structure concepts. It is concluded that an interdisciplinary approach enhances meaningful learning.

Keywords: cryolipolysis; adipocytes; lipid metabolism; interdisciplinary teaching.

1. INTRODUÇÃO

A busca por métodos não invasivos para redução de gordura localizada tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas como a criolipólise. Esse procedimento baseia-se na aplicação de frio controlado com o objetivo de induzir a morte celular dos adipócitos por apoptose, sem causar danos significativos aos tecidos adjacentes.

Do ponto de vista biológico, o tecido adiposo é composto por adipócitos especializados no armazenamento de triglicerídeos, desempenhando papel fundamental no metabolismo energético. Já sob a ótica da Química, esses lipídios apresentam propriedades físico-químicas específicas, como sensibilidade à variação de temperatura, o que fundamenta a técnica. Estudos indicam que a criolipólise pode promover redução de aproximadamente 20% a 25% da camada adiposa tratada do tecido subcutâneo, evidenciando sua eficácia clínica. O mecanismo envolve apoptose celular, resposta inflamatória e posterior eliminação metabólica dos resíduos lipídicos.

Diante disso, a criolipólise apresenta grande potencial como tema interdisciplinar, integrando conteúdos de Biologia (estrutura celular,

fisiologia e metabolismo) e Química (lipídios, termodinâmica e mudanças de estado físico).

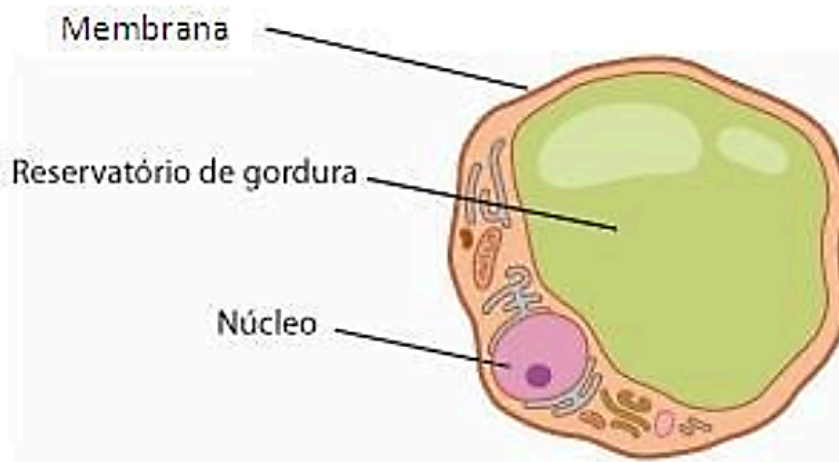
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Aspectos Biológicos da Criolipólise

Os adipócitos são células altamente especializadas no armazenamento de gordura sob a forma de triglicerídeos (Figura 1). Essas células apresentam maior sensibilidade ao frio quando comparadas a outros tecidos, como epiderme e músculos.

O funcionamento é baseado em um conceito simples: as células de gordura (adipócitos) são mais sensíveis ao frio do que as demais estruturas da pele. Quando resfriadas a temperaturas negativas controladas, elas cristalizam e entram em um processo chamado de apoptose, que é a “morte programada” dessas células. Com o tempo, o organismo elimina naturalmente essa gordura, resultando na redução de medidas na área tratada.

Figura 1: Estrutura de um adipócito.



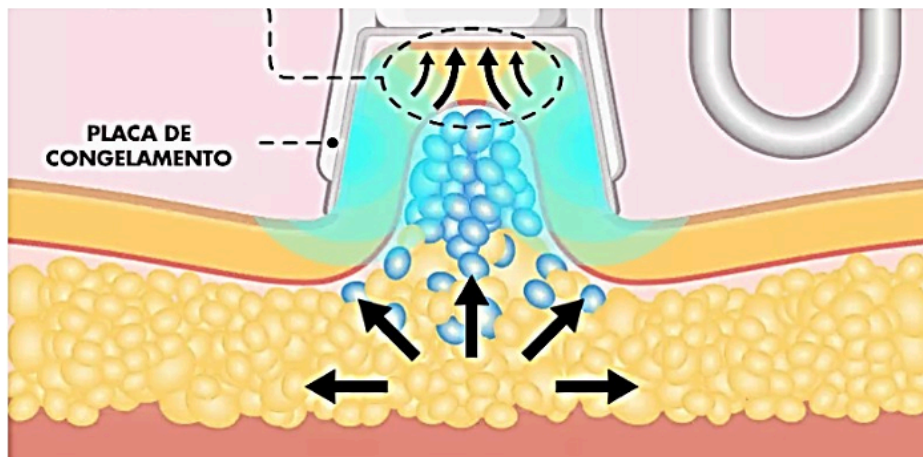
Adipócito

Fonte: <https://www.unifal-mg.edu.br/histologiainterativa/tecido-adiposo/>

A exposição ao frio desencadeia um processo de apoptose, ou morte celular programada, caracterizado por alterações estruturais e funcionais das células. Após esse processo, ocorre a fagocitose por macrófagos e eliminação gradual dos lipídios pelo organismo.

Além disso, o resfriamento ativa mecanismos fisiológicos de termorregulação, incluindo a liberação de neurotransmissores e ativação de enzimas responsáveis pela lipólise. O procedimento é realizado com um equipamento que possui ponteiros de sucção e/ou placas com a interposição de manta com líquido anticongelante para proteção da epiderme. Ao ser aplicado sobre a pele, no mecanismo de sucção o aparelho “puxa” a região e resfria a gordura por cerca de 50 minutos. No sistema de placas estas são acomodadas sobre a região a ser tratada e presas por meio de faixas elásticas. O profissional configura o tempo e a temperatura ideais para o procedimento, de acordo com a área corporal e as necessidades da paciente (Figura 2).

Figura 2: Aparelho de criolipólise em ação cristalizando as células de gorduras.



Fonte: <https://www.plasticadosonho.com.br/blog/criolipolise/>

2.2. Aspectos Químicos Envolvidos

Do ponto de vista químico, a criolipólise está relacionada às propriedades dos lipídios. Os triglicerídeos presentes nos adipócitos sofrem cristalização quando submetidos a baixas temperaturas, alterando sua estrutura molecular e levando à inviabilidade celular.

Esse processo pode ser explicado por conceitos de:

- **Termodinâmica** (trocas de calor);
- **Mudanças de estado físico** (líquido → sólido);
- **Interações intermoleculares** (forças de Van der Waals nos lipídios).

A cristalização lipídica gera danos mecânicos à membrana celular, contribuindo para a apoptose. O início da apoptose acontece por dano mitocondrial pelo aumento da presença de ERO^s por meio de fosforilação oxidativa.

Do ponto de vista químico, a criolipólise fundamenta-se nas propriedades físico-químicas dos lipídios, especialmente dos triglicerídeos armazenados nos adipócitos. Esses compostos são

formados por uma molécula de glicerol esterificada a três ácidos graxos, cujas características estruturais — como comprimento da cadeia carbônica e grau de saturação — influenciam diretamente seu comportamento térmico. Quando submetidos a baixas temperaturas, os triglicerídeos sofrem um processo de cristalização, no qual passam de um estado mais desorganizado (líquido) para um estado estruturalmente mais ordenado (semissólido ou sólido). Essa transição resulta em alterações na organização molecular lipídica, promovendo aumento da rigidez intracelular e comprometimento da integridade das membranas celulares.

Sob a perspectiva da Termodinâmica, o processo de criolipólise envolve trocas de calor entre o corpo e o meio externo, caracterizando um fluxo de energia térmica do sistema biológico (maior temperatura) para o aplicador (menor temperatura). A redução da temperatura implica diminuição da energia cinética das moléculas lipídicas, favorecendo sua aproximação e organização em estruturas cristalinas mais estáveis energeticamente. Esse fenômeno está associado à liberação de calor latente durante a mudança de fase, evidenciando a natureza exotérmica da solidificação lipídica.

No que se refere às mudanças de estado físico, a transição dos triglicerídeos do estado líquido para o sólido ocorre de maneira gradual, dependendo da composição dos ácidos graxos. Lipídios ricos em ácidos graxos saturados apresentam maior ponto de fusão e, portanto, solidificam-se mais facilmente em temperaturas mais elevadas do que aqueles ricos em ácidos graxos insaturados. Essa característica explica, em parte, a suscetibilidade diferencial dos adipócitos ao resfriamento, uma vez que a composição lipídica influencia diretamente a resposta celular ao frio.

Além disso, as interações intermoleculares desempenham papel essencial nesse processo. As forças de Van der Waals, predominantes entre as cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos, tornam-se mais efetivas à medida que a temperatura diminui, promovendo maior coesão entre as moléculas lipídicas. Esse aumento da interação intermolecular favorece a formação de estruturas cristalinas organizadas, que exercem pressão mecânica sobre as organelas celulares e a membrana plasmática.

Do ponto de vista biológico, essas alterações físico-químicas resultam em estresse celular significativo, desencadeando vias de sinalização intracelular que culminam na ativação da apoptose. A perda da fluidez da membrana, associada à cristalização lipídica, compromete funções essenciais como transporte de substâncias e comunicação celular. Dessa forma, o processo químico de solidificação dos lipídios está diretamente relacionado à resposta biológica de morte celular programada, evidenciando a integração entre os fenômenos químicos e biológicos na criolipólise.

A Figura 3 apresenta dois momentos distintos do processo biológico desencadeado pela criolipólise, evidenciando eventos celulares fundamentais associados à redução do tecido adiposo.

Na imagem à esquerda, observam-se macrófagos em atividade. Essas células pertencem ao sistema imunológico inato e desempenham papel central na resposta inflamatória subsequente ao estímulo térmico induzido pela criolipólise. A exposição controlada ao frio provoca estresse celular nos adipócitos, levando à ativação de vias de sinalização que culminam na liberação de mediadores inflamatórios. Como consequência, há recrutamento de macrófagos para o tecido adiposo afetado. Morfologicamente, os

macrófagos apresentam-se com citoplasma abundante e conteúdo fagocítico, indicando sua função na remoção de detritos celulares.

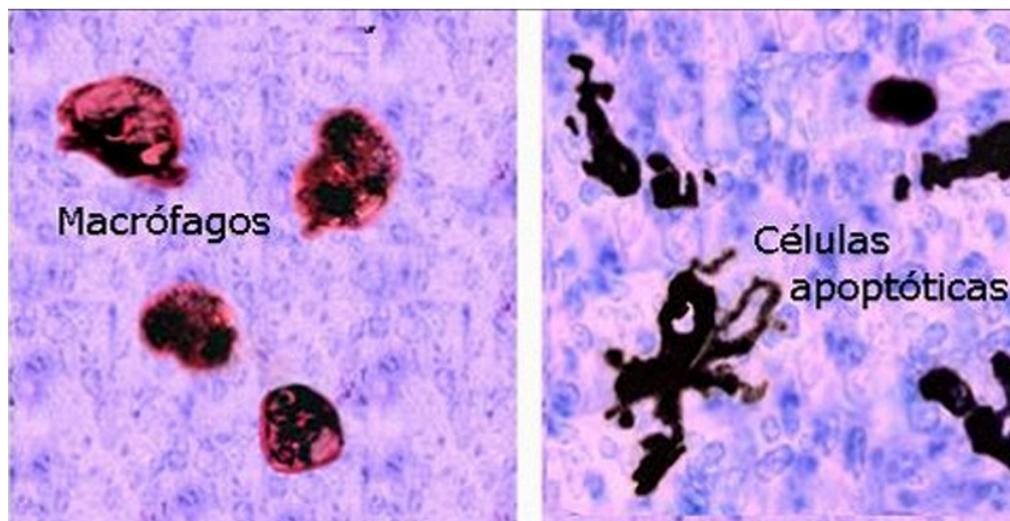
Na imagem à direita, observa-se a presença de células apoptóticas e a formação de corpos apoptóticos. Esse processo caracteriza a apoptose, um mecanismo de morte celular programada altamente regulado, distinto da necrose por não induzir resposta inflamatória exacerbada. Nos adipócitos submetidos ao resfriamento, ocorre ativação de cascatas intracelulares, incluindo a via das caspases, levando à fragmentação do DNA, condensação da cromatina e posterior formação de vesículas delimitadas por membrana (corpos apoptóticos). Essas estruturas são então reconhecidas e fagocitadas pelos macrófagos previamente recrutados.

No contexto da criolipólise, essa sequência de eventos — indução de apoptose dos adipócitos seguida de fagocitose por macrófagos — explica a redução gradual do tecido adiposo sem dano significativo aos tecidos adjacentes. A especificidade do processo está relacionada à maior sensibilidade dos adipócitos ao frio em comparação com outros tipos celulares, o que favorece a seletividade do tratamento.

Assim, a Figura 3 ilustra de maneira integrada o mecanismo de ação da criolipólise: inicialmente, a lesão subletal dos adipócitos induz apoptose; em seguida, ocorre a resposta inflamatória controlada com atuação de macrófagos, resultando na remoção progressiva das células adiposas e remodelação do tecido (JULIEN & WELLS, 2017; MAZZONI et al., 2019).

Figura 3: Na imagem da esquerda podemos verificar macrófagos em ação; na imagem da direita podemos observar a formação dos

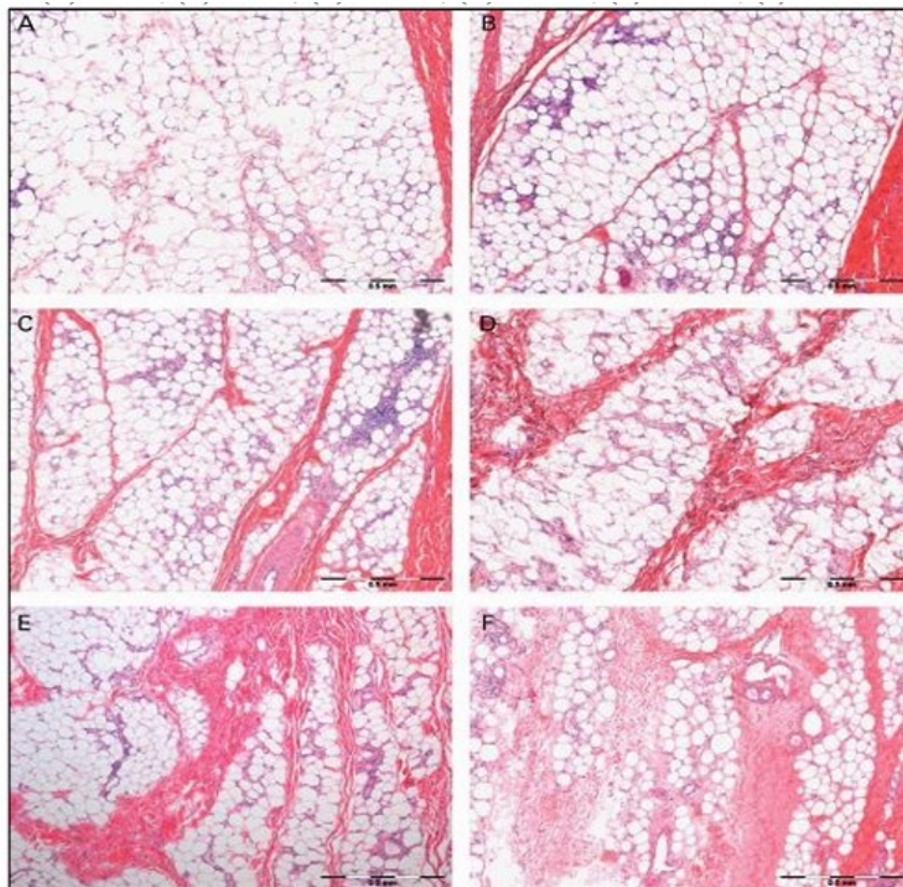
corpos apoptóticos, ou seja, a degradação dos adipócitos.



Fonte: WEIDNER, 2009.

Cerca de 72 horas (setenta e duas) após a realização do tratamento, os primeiros corpos apoptóticos já estão cercados por células do sistema imunológico (Figura 4). Linfócitos, neutrófilos e macrófagos são recrutados para a área lesionada, dando início à inflamação no tecido. Essa inflamação atinge seu pico entre 14 e 30 dias após o tratamento. No período que compreende 90 dias pós-tratamento, todos os adipócitos lesionados sofreram as alterações morfológicas e se transformaram em corpos apoptóticos. O processo de fagocitose destas células é intenso, e é neste momento que o paciente sente a redução do tecido adiposo (MCLLWAIN; BERGER; MAK, 2017). Decorridos 90 dias pós-tratamento, o processo inflamatório entra em declínio e, ao paciente, é indicado retornar ao local onde foi realizado seu tratamento para refazer os registros fotográficos, assim como as medidas de perimetria, adipometria e cálculo de IMC (BORGES & SCORZA, 2016; MANSTEIN, 2008; MAZZONI et al., 2019).

Figura 4: Evolução do processo inflamatório após exposição ao frio. (A) 3 dias; (B) 7 dias; (C) 14 dias; (D) 30 dias; (E) 60 dias; (F) 90 dias.



Fonte: ZELICKSON, 2009.

A temperatura ajustada para o tratamento de criolipólise pode variar, chegando até 11 graus Celsius negativos. Porém, essa é a temperatura aferida nas placas de Peltier e não a temperatura que o tecido adiposo assumirá. Durante a fase de congelamento, a temperatura 26 subdérmica reduz de forma lenta e gradual, podendo atingir temperaturas que variam entre 12 graus Celsius e 5 graus Celsius (STEVENS, 2013).

2.3. Mecanismo de Ação Interdisciplinar

A criolipólise envolve uma interação entre processos biológicos e químicos (Tabela 1):

Tabela 1: Processos Físico-químicos e biológicos na criolipólise.

PROCESSO	ÁREA	DESCRIÇÃO
----------	------	-----------

Resfriamento	Física/Química	Redução da Temperatura
Cristalização lipídica	Química	Solidificação dos triglicerídeos
Apoptose	Biologia	Morte celular programada
Inflamação	Biologia	Resposta imunológica
Metabolização	Bioquímica	Eliminação pelo organismo

A criolipólise envolve uma complexa interação entre processos físico-químicos e biológicos que ocorrem de maneira sequencial e interdependente (Tabela 1). A compreensão desses fenômenos requer uma abordagem interdisciplinar, integrando conceitos da Física, Química, Biologia e Bioquímica.

2.4. Descrição Detalhada dos Processos

O primeiro processo envolvido é o resfriamento, que consiste na aplicação controlada de temperaturas negativas ou próximas de 0 °C sobre o tecido adiposo subcutâneo. Sob a perspectiva da Física, trata-se de um processo de transferência de calor, no qual ocorre fluxo térmico do corpo (maior temperatura) para o aplicador (menor temperatura), até o estabelecimento de equilíbrio térmico. Do ponto de vista da Química, a diminuição da energia cinética molecular reduz a mobilidade das moléculas lipídicas, tornando-as mais suscetíveis a mudanças estruturais. Esse resfriamento seletivo é possível porque o tecido adiposo apresenta menor vascularização em comparação com outros tecidos, o que reduz a dissipação de calor e aumenta sua vulnerabilidade térmica.

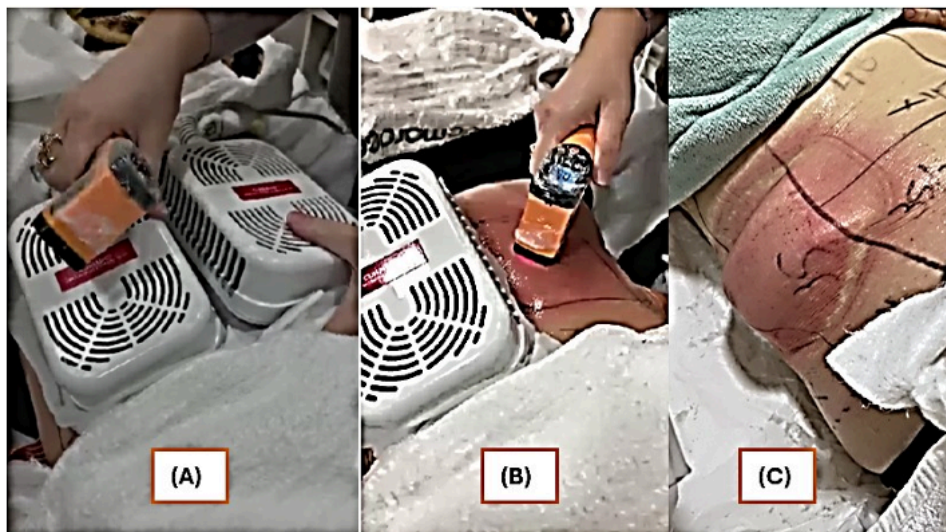
Em decorrência do resfriamento, ocorre a cristalização lipídica, um processo essencialmente químico. Os triglicerídeos presentes nos adipócitos possuem diferentes pontos de fusão, e quando

submetidos a baixas temperaturas, sofrem transição do estado líquido para um estado mais ordenado, semelhante ao sólido. Essa mudança está associada à reorganização das cadeias de ácidos graxos, mediada por interações intermoleculares, especialmente forças de Van der Waals. A formação de cristais lipídicos promove alterações mecânicas na célula, incluindo rigidez da membrana plasmática e desorganização de organelas, contribuindo diretamente para a perda da integridade celular. Como consequência desses danos estruturais, inicia-se o processo de apoptose, que é um tipo de morte celular programada altamente regulada. Diferentemente da necrose, a apoptose não provoca ruptura imediata da membrana celular, mas envolve uma série de eventos bioquímicos, como ativação de caspases, fragmentação do DNA e formação de corpos apoptóticos. As caspases (do inglês *cysteine-aspartic proteases*) são enzimas proteolíticas que possuem uma **cisteína** em seu sítio ativo e atuam clivando proteínas especificamente após resíduos de **ácido aspártico**. Elas são sintetizadas na célula na forma inativa (procaspases) e são ativadas em resposta a sinais celulares específicos. Esse mecanismo é biologicamente vantajoso, pois evita inflamações intensas e danos aos tecidos adjacentes. Na criolipólise, a apoptose ocorre de forma seletiva nos adipócitos, devido à maior sensibilidade dessas células ao frio em comparação com fibroblastos e células epiteliais.

Posteriormente, ocorre a inflamação, caracterizada como uma resposta imunológica local controlada. Após a apoptose, os adipócitos liberam sinais químicos que recrutam células do sistema imunológico, principalmente macrófagos. Esses fagócitos reconhecem e englobam os restos celulares e os lipídios liberados. Esse processo inflamatório é geralmente de baixa intensidade e temporário, sendo fundamental para a remoção eficiente do tecido

adiposo danificado. Citocinas inflamatórias e mediadores químicos participam desse processo, promovendo a limpeza celular e o início da reparação tecidual. Por fim, ocorre a metabolização, etapa bioquímica na qual os lipídios liberados são processados e eliminados pelo organismo. Os ácidos graxos provenientes da degradação dos triglicerídeos são transportados pela corrente sanguínea até o fígado, onde podem ser oxidados para produção de energia ou reesterificados. Parte desses metabólitos também é eliminada pelo sistema linfático. Esse processo ocorre de forma gradual ao longo de semanas, o que explica o caráter progressivo dos resultados da criolipólise, podendo se estender por período de até 120 dias.

Figura 5: (A)/(B): criolipólise com placas; (C): criolipólise por sucção.



Fonte: MARDEGAN, F. (2025)

A Figura 5 evidencia, de forma comparativa, as diferenças operacionais e fisiológicas entre a criolipólise com placas (A e B) e a criolipólise por sucção (C), permitindo correlacionar o método de aplicação com os efeitos celulares previamente descritos. Para promover o aprofundamento da técnica, buscou-se informar os alunos sobre as abordagens por placas e por sucção, possibilitando a

compreensão teórico-prática das diferentes formas de aplicação e seus impactos biológicos.

Nas imagens (A) e (B), observa-se a aplicação da criolipólise com placas, caracterizada pelo uso de aplicadores planos posicionados diretamente sobre a superfície cutânea, com auxílio de gel condutor para otimizar a transferência térmica. Nesse método, não há tração mecânica do tecido adiposo. O resfriamento ocorre de maneira mais **difusa e superficial**, atingindo o panículo adiposo de forma progressiva. A ausência de sucção preserva, em maior grau, a microcirculação local durante o procedimento, o que resulta em uma indução **mais gradual da apoptose dos adipócitos**. Consequentemente, o recrutamento de macrófagos e a formação de corpos apoptóticos ocorrem de forma mais distribuída e menos intensa por sessão, embora eficaz ao longo do tempo. Além disso, trata-se de uma técnica associada a maior conforto ao paciente e menor incidência de efeitos adversos mecânicos, como equimoses.

Por outro lado, a imagem (C) ilustra a criolipólise por sucção, na qual o aplicador promove a **aspiração da prega adiposa** para o interior do dispositivo. Esse mecanismo gera compressão tecidual e redução do fluxo sanguíneo local, potencializando o efeito do resfriamento. Como evidenciado pela marcação da área tratada e pelo aspecto eritematoso pós-aplicação, há uma ação mais **intensa e localizada** sobre o tecido adiposo. Essa condição favorece uma maior taxa de estresse celular, levando a uma **indução mais pronunciada da apoptose**, com subsequente formação de corpos apoptóticos e recrutamento mais acentuado de macrófagos para remoção dos detritos celulares. Entretanto, esse método pode estar associado a maior desconforto e maior probabilidade de efeitos adversos

transitórios, como edema e hematomas, devido à ação mecânica do vácuo.

Dessa forma, com base nas imagens (A), (B) e (C) (Figura 5), observa-se que, embora ambas as técnicas culminem no mesmo mecanismo biológico — a apoptose dos adipócitos seguida de fagocitose por macrófagos —, diferem significativamente quanto à forma de entrega do frio, intensidade do estímulo térmico e resposta tecidual subsequente. Essas diferenças devem ser consideradas na escolha do protocolo clínico, de acordo com as características da área tratada e os objetivos terapêuticos.

2.5. Síntese Integradora

Dessa forma, observa-se que a criolipólise não é um fenômeno isolado, mas sim um encadeamento de eventos físico-químicos e biológicos, nos quais o resfriamento inicial desencadeia alterações moleculares nos lipídios, levando à morte celular programada e posterior resposta imunológica e metabólica. Essa integração de processos evidencia a importância da interdisciplinaridade para a compreensão completa da técnica, especialmente no contexto educacional, onde conceitos abstratos podem ser articulados de forma aplicada e significativa.

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição da Atividade Experimental

Tema: Simulação da criolipólise utilizando gordura alimentar.

Materiais:

- Óleo vegetal
- Água
- Gelo
- Termômetro
- Recipientes

Procedimento:

1. Misturar óleo e água em recipientes.
2. Submeter o sistema ao resfriamento com gelo.
3. Observar a separação e alteração de consistência do óleo.
4. Registrar temperatura e tempo.

A pesquisa consistiu em uma abordagem metodológica composta por diferentes etapas complementares. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica em bases de dados científicas, incluindo SciELO e PubMed, além da análise de artigos recentes pertinentes ao tema, com o objetivo de fundamentar teoricamente o estudo. Em seguida, foi desenvolvida uma atividade experimental de caráter didático, aplicada no contexto das aulas eletivas do Programa Ensino Integral (PEI) do Estado de São Paulo.

A atividade experimental teve como tema a simulação da criolipólise utilizando gordura alimentar, sendo estruturada com materiais de fácil acesso, tais como óleo vegetal, água, gelo, termômetro e

recipientes. O procedimento experimental consistiu, inicialmente, na mistura de óleo e água em recipientes apropriados, seguida do resfriamento do sistema por meio da adição de gelo. Durante o processo, os estudantes observaram a separação das fases e as alterações na consistência do óleo, registrando dados de temperatura e tempo ao longo da atividade. O objetivo didático da prática foi demonstrar o processo de cristalização de lipídios, estabelecendo uma relação com o mecanismo de destruição de adipócitos observado na técnica de criolipólise, promovendo, assim, a articulação entre conceitos teóricos e a experimentação científica no contexto educacional.

3.2. Execução da Atividade Experimental

As professoras de Biologia e Química conduziram conjuntamente os estudantes ao laboratório de Ciências, que já se encontrava previamente organizado, com as bancadas preparadas para a realização da atividade. A turma do 3º ano do Ensino Médio, composta por 20 alunos, foi dividida em 5 grupos de 4 integrantes cada, favorecendo o trabalho colaborativo. Antes do início da prática experimental, houve um momento de preparação prévia, no qual as docentes revisaram conceitos importantes relacionados aos lipídios, à criolipólise e à organização do experimento. A professora de Biologia destacou: “É importante lembrar que os adipócitos são células sensíveis a variações de temperatura, especialmente ao resfriamento.” Já a professora de Química complementou: “Observem também as propriedades físicas do óleo e da água, principalmente a imiscibilidade entre eles.” Durante a execução do procedimento, os alunos participaram ativamente. Ao misturarem óleo e água, um dos estudantes comentou: “Mesmo mexendo, eles continuam separados!” Ao iniciarem o resfriamento com gelo, outro

grupo observou: “O óleo está ficando mais espesso, parece que está endurecendo.” Nesse momento, a professora de Química orientou: “Registrem a temperatura e o tempo com atenção, pois esses dados são fundamentais para a análise.” A professora de Biologia acrescentou: “Relacionem essa mudança de consistência com o que acontece com a gordura corporal em tratamentos de criolipólise.”

Após a prática, houve um momento de discussão pós-laboratório, em que os grupos compartilharam suas observações. Um aluno destacou: “A queda de temperatura influenciou claramente na textura do óleo.” Em resposta, a professora de Biologia reforçou: “Isso nos ajuda a entender como o frio pode afetar as células adiposas.” Finalizando a atividade, a professora de Química concluiu: “Hoje vocês puderam observar, na prática, conceitos importantes sobre mudanças físicas e propriedades das substâncias, conectando teoria e aplicação.”

A atividade foi encerrada com a sistematização dos registros experimentais e a reflexão coletiva sobre os resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Tabela de Dados Experimentais

Tabela 2: Observação de estados físicos em diferentes temperaturas.

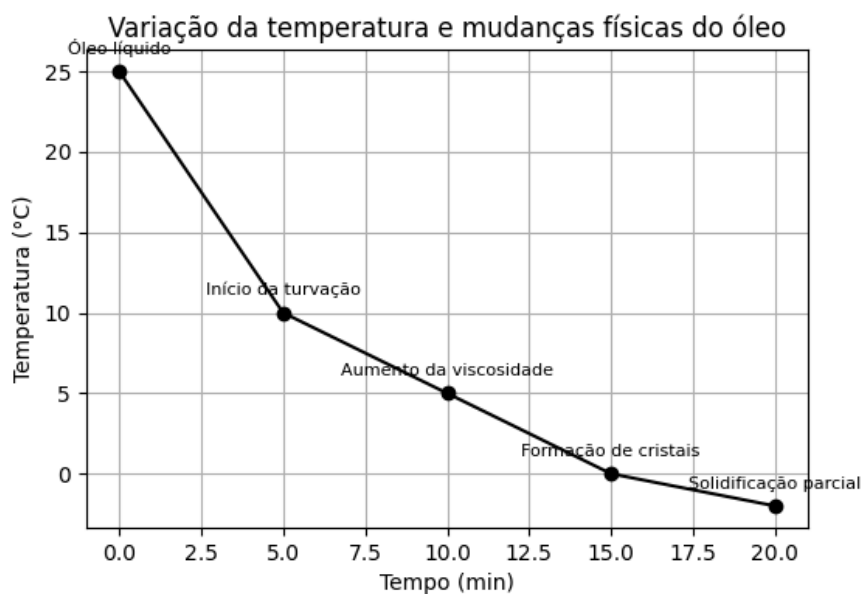
Tempo (min)	Temperatura (°C)	Observação
0	25	Óleo líquido
5	10	Início da turvação
10	5	Aumento da viscosidade

15	0	Formação de cristais
20	-2	Solidificação parcial

Fonte: Os autores.

4.2. Gráfico Obtido

Figura 6: Gráfico do resfriamento x tempo.



Fonte: Os autores.

4.3. Discussão em Sala de Aula Sobre os Dados Experimentais

Professora de Biologia: “Pessoal, observando a tabela, o que vocês conseguem perceber sobre o comportamento do óleo ao longo do tempo?”

Aluno 1: “Eu notei que a temperatura vai diminuindo com o tempo, e o óleo vai mudando de estado, começando líquido e depois ficando mais espesso”.

Professora de Química: “Muito bem! E o que acontece aos 5 minutos, quando a temperatura chega a 10 °C?”

Aluno 2: “Aparece a “turvação”, então acho que é quando o óleo começa a deixar de ser totalmente líquido”.

Professora de Biologia: “Exato. Isso pode indicar o início da formação de pequenas estruturas sólidas. E aos 10 minutos?”

Aluno 3: “A viscosidade aumenta, então ele fica mais grosso, mais difícil de fluir”.

Professora de Química: “Correto. Isso mostra uma transição gradual. Não é uma mudança instantânea. Agora, observem aos 15 minutos”.

Aluno 4: “Formam-se cristais a 0 °C. Então já está começando a solidificar de verdade”.

Professora de Biologia: “E aos 20 minutos?”

Aluno 1: “A temperatura chega a -2 °C e ocorre solidificação parcial. Então ainda não está totalmente sólido”.

4.4. Análise do Gráfico

Professora de Química: “Se transformarmos esses dados em um gráfico de temperatura versus tempo, como ele seria?”

Aluno 2: “Seria uma linha decrescente, porque a temperatura só diminui com o tempo.”

Professora de Biologia: “Perfeito. E há algum trecho em que a mudança de estado fica mais evidente?”

Aluno 3: “Sim, entre 10 e 15 minutos, porque aparecem cristais. Parece uma região importante no gráfico”.

Professora de Química: “Muito bem observado. Em muitos casos, durante mudanças de estado, a temperatura pode até se manter constante, mas aqui vemos uma queda contínua com mudanças graduais”.

Aluno 4: “Então o gráfico ajuda a visualizar melhor o que a tabela mostra em detalhes”.

Professora de Biologia: “Exatamente! A tabela traz dados específicos, enquanto o gráfico facilita enxergar tendências”.

4.5. Conclusão Coletiva

Professora de Química: “Então, o que podemos concluir sobre o experimento?”

Aluno 1: “Que o óleo não solidifica de uma vez, mas passa por etapas: turvação, aumento da viscosidade, formação de cristais e depois solidificação parcial”.

Professora de Biologia: “Excelente! Isso mostra como as propriedades físicas das substâncias mudam com a temperatura de forma gradual”.

Dessa forma, os resultados demonstraram que a redução da temperatura promove mudanças físicas nos lipídios, simulando o

processo observado na criolipólise. A solidificação parcial do óleo representa a cristalização dos triglicerídeos nos adipócitos.

Essa observação está diretamente relacionada ao mecanismo real da técnica, onde o frio induz alterações estruturais nas células de gordura, levando à apoptose e eliminação metabólica.

Além disso, os estudantes conseguiram relacionar conceitos como:

- Mudança de estado físico (Química);
- Estrutura celular (Biologia);
- Metabolismo energético (Bioquímica).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criolipólise constitui uma técnica cientificamente fundamentada, baseada na interação entre fenômenos físicos, químicos e biológicos. Sua abordagem no ensino médio mostrou-se altamente eficaz para promover aprendizagem significativa.

A atividade experimental permitiu que os alunos compreendessem, de forma prática, conceitos abstratos como cristalização lipídica, apoptose e metabolismo. Dessa forma, a interdisciplinaridade entre Biologia e Química contribuiu para uma construção integrada do conhecimento, alinhada às propostas pedagógicas do Programa Ensino Integral (PEI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, F. S.; SCORZA, F. A. **Terapêutica em estética: conceitos e técnicas**. 1. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2016.

BRASIL TONHÁ, S. C. A criolipólise como alternativa para tratar gordura localizada. **Aurum Revista Multidisciplinar**, 2025. Disponível em: <https://aurumpublicacoes.com>. Acesso em: 21 mar. 2026.

ESTADO DE MINAS. **Criolipólise e eliminação de gordura localizada**, 2026.

JULIEN. O.; WELLS. J. A. Caspases and their substrates. **Cell Death and Differentiation Journal**, v. 24, p. 1380-1389, 2017.

MAZZONI. D. et al. Review of non-invasive body contouring devices for fat reduction. The **Australasian Journal of Dermatology**. nov., 2019.

MCLLWAIN. D. R.; BERGER. T.; MAK. T. W. **Caspase Functions in Cell Death and Disease**. Cold Spring Harbor Laboratory Press, v. 5, n. 4, 2017. DOI: 10.1101/cshperspect.a008656 2017. Acesso em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23545416/>. Disponível em: 27 abr. 2022.

REIS, J. P. S.; MARTINS, P. C. M. **Criolipólise na redução da lipodistrofia localizada**, 2019.

SILVA, G. A. T. et al. Eficácia da criolipólise para redução de gordura subcutânea: revisão sistemática. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, 2021.

STEVENS, G. W. et al. Molecular and Histological Evidence Detailing Clinically Observed Skin Improvement Following Cryolipolyses. **Aesthetic Surgery Journal**, v. 42, n. 1, p. 5667, jan. 2022.

SENAC-SP. **Criolipólise**: técnica e mecanismo de ação, 2017.

UNIFAL-MG. **Criolipólise**: fundamentos e aplicações. 2022. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br>.

UTFPR. **Mecanismo de ação da criolipólise**. 2018. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br>.

UNICRUZ. **Criolipólise no tratamento da gordura localizada**, 2014.

WEIDNER, Eckhard. High pressure micronization for food applications. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 47, n. 3, p. 556-565, 2009.

WIKIPEDIA. Criolipólise. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org>. Acesso em: 21 mar. 2026.

¹ Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química UNESP, Campus de Araraquara-SP. E-mail: kmininel17@gmail.com

² Fisioterapeuta, Clínica Fernanda Mardegan, Graduada em Fisioterapia FEF, Fernandópolis-SP. Especialista em Fisioterapia Hospitalar e Fisioterapia Dermatofuncional. E-mail: fernandamdelatim@yahoo.com.br

³ Docente da EE Carlos Barozzi, Graduada em Ciências Biológicas,
Pós-Graduada em Biologia Molecular e Ciências da Saúde (FAMERP).

E-mail: naiara.portari@edu.faepefamerp.org.br