

FINAHFIL®

Um produto:
ALUR MEDICAL®

FINAHFIL®: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PROPRIEDADES REOLÓGICAS



ALUR MEDICAL®. Versão 8 [09/07/2026]

ESTE CONTEÚDO É DE PROPRIEDADE INTELECTUAL E USO EXCLUSIVO DA ALUR
MEDICAL®.

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Propriedades físico-químicas.....	5
2.1 Reticulação (cross-linking).....	5
2.2 Agentes reticulantes.....	7
2.3 Densidade de reticulação.....	8
2.4 Concentração total de Ácido Hialurônico.....	9
2.5 Granulometria (tamanho da partícula).....	10
2.6 Hidrofilicidade.....	10
2.7 Swelling Ability (Capacidade de Expansão/absorção de água).....	10
2.8 Equilíbrio de hidratação.....	11
2.9 Arquitetura e homogeneidade do gel.....	11
2.10 Viscosidade de cisalhamento zero (η_0).....	12
3. Propriedades Reológicas.....	12
3.1 Parâmetros reológicos fundamentais.....	13
3.1.1 G^* (Módulo complexo).....	13
3.1.2 G' (Módulo de armazenamento / elasticidade).....	13
3.1.3 G'' (Módulo de perda / viscosidade).....	14
3.1.4 $\tan \delta$ (G''/G').....	14
3.1.5 Viscosidade dinâmica.....	15
3.1.6 Comportamento não newtoniano (pseudoplasticidade).....	16
3.2 Comportamento mecânico e interação com forças externas.....	16
3.2.1 Viscoelasticidade.....	16
3.2.2 Viscoelasticidade e deformação por cisalhamento.....	17
3.2.3 Resposta a forças mecânicas.....	19
3.3 Coesividade.....	21
3.3.1 Definição e mecanismos.....	21
3.3.2 Impacto na integração tecidual.....	22
3.3.3 Relação com projeção e estabilidade.....	23
4. Características da linha FinahFil®.....	23
4.1 Tecnologia EMC3 (Equalized Molecular Concentration).....	23
4.2 Relação entre propriedades e performance clínica.....	25
4.3 Portfólio FinahFil®.....	26
4.3.1 FinahFil® Infuse.....	26
4.3.2 FinahFil® Intense.....	26
4.3.3 FinahFil® Ultra.....	26
4.4 Arquitetura das partículas e características físico-químicas da linha FinahFil®.....	27
4.4.1 Características da reticulação do FinahFil®.....	29

4.5 Parâmetros Reológicos da linha FinahFil®.....	29
4.5.1 Características reológicas do FinahFil® Infuse.....	30
4.5.2 Características reológicas do FinahFil® Intense.....	31
4.5.3 Características reológicas do FinahFil® Ultra.....	32
4.6 Aplicabilidade clínica e parâmetros de performance.....	34
4.6.1 Swelling Ability.....	34
4.6.2 Pushing Force of Syringe Plunger.....	34
4.6.3 Particle Size Distribution.....	36
4.6.4 Viscosidade de cisalhamento zero (η_0) aplicado ao FinahFil®.....	37
4.7 Correlação entre propriedades físico-químicas, reológicas e desempenho clínico.....	37
5. Comparação da linha FinahFil® com outras marcas.....	38
Conclusão.....	40
Referencial teórico.....	42

fatores como peso molecular, grau de reticulação e distribuição granulométrica influenciam diretamente as propriedades reológicas do gel e seu comportamento nos tecidos. Como consequência, o profissional pode selecionar produtos destinados desde o refinamento superficial até procedimentos que demandam maior projeção e sustentação estrutural.

2. Propriedades físico-químicas

As propriedades físico-químicas dos preenchedores à base de ácido hialurônico (AH) são os determinantes fundamentais que regem as suas características reológicas, longevidade, interação biológica e performance clínica.

A caracterização técnica baseia-se na organização molecular do polímero e na sofisticação do processo de reticulação (cross-linking), ou seja, na forma como suas cadeias são modificadas e estruturadas durante os processos de reticulação e formulação. Essa arquitetura molecular, somada à concentração e à calibragem da granulometria, define a forma que o gel atuará nos tecidos.

2.1 Reticulação (*cross-linking*)

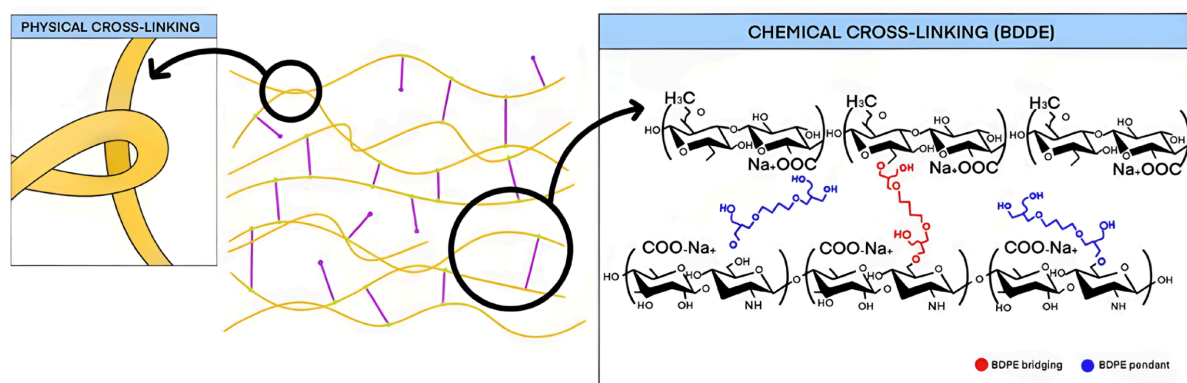
A reticulação (*cross-linking*) constitui uma etapa fundamental na produção de preenchedores à base de ácido hialurônico (AH), sendo responsável pela transformação de uma solução polimérica de rápida degradação em um gel estável e adequado para aplicação clínica. Na ausência dessa modificação estrutural, o AH nativo apresenta elevada suscetibilidade à degradação enzimática e oxidativa, resultando em limitada permanência nos tecidos.

O processo de reticulação consiste na formação de ligações entre as cadeias poliméricas de ácido hialurônico, promovendo a organização de uma rede tridimensional capaz de aumentar a estabilidade estrutural do material. Como consequência, observa-se maior resistência à ação da hialuronidase, redução da taxa de degradação fisiológica e prolongamento da permanência tecidual do implante.

Estruturalmente, o AH nativo é um polímero linear hidrofílico e altamente solúvel em meio aquoso. Durante a reticulação, essas cadeias passam a ser interconectadas, formando uma matriz tridimensional que modifica significativamente suas propriedades físico-químicas e mecânicas. Esse processo pode ocorrer por meio de interações físicas não covalentes, como pontes de hidrogênio e emaranhamento molecular, ou por reticulação química, na qual agentes específicos promovem a formação de ligações covalentes permanentes entre as cadeias poliméricas.

Entre os agentes reticulantes empregados na fabricação de preenchedores dérmicos, destacam-se o éter diglicidílico de 1,4-butanodiol (BDDE) e a divinilsulfona (DVS). Atualmente, o BDDE representa o agente mais amplamente utilizado devido à sua elevada eficiência na estabilização do gel e ao seu perfil de biocompatibilidade.

Além da escolha do agente reticulante, o grau de reticulação representa um parâmetro crítico na caracterização dos preenchedores à base de ácido hialurônico. Esse parâmetro refere-se à quantidade de ligações cruzadas estabelecidas entre as cadeias poliméricas durante o processo de fabricação, influenciando diretamente a organização da rede tridimensional formada. De modo geral, maiores graus de reticulação estão associados ao aumento da estabilidade estrutural, resistência à degradação e capacidade de sustentação mecânica. Entretanto, níveis excessivos de reticulação podem comprometer a maleabilidade e a integração tecidual do material, evidenciando a necessidade de um equilíbrio entre durabilidade e comportamento biomecânico.



2.2 Agentes reticulantes

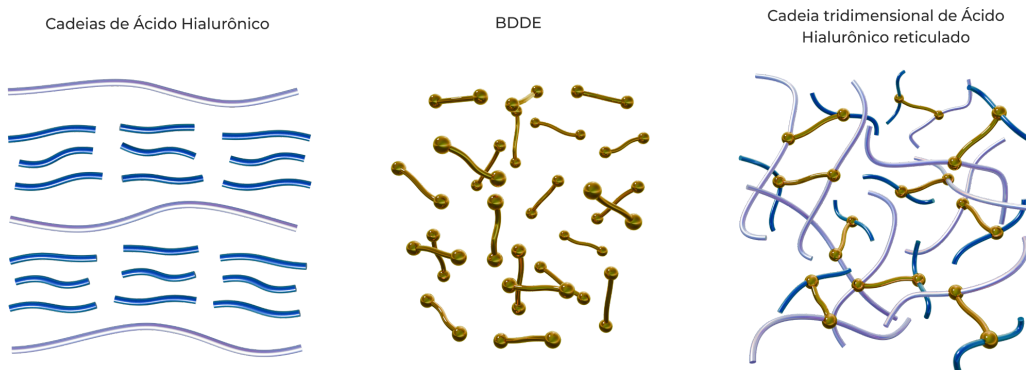
O 1,4-butanodiol diglicidil éter (BDDE) é o principal agente de reticulação utilizado na maioria dos preenchedores à base de ácido hialurônico disponíveis no mercado. Sua estabilidade química, perfil de biodegradabilidade controlada e excelente segurança consolidaram seu uso como padrão da indústria nas últimas décadas.

A reticulação consiste no processo pelo qual cadeias lineares de ácido hialurônico são interligadas por meio de ligações covalentes, formando uma rede tridimensional estável. Essa modificação estrutural transforma o AH de um polímero solúvel em um gel mais resistente, aumentando sua durabilidade nos tecidos.

Atualmente, os principais agentes reticulantes utilizados são:

- BDDE (1,4-butanodiol diglicidil éter)
- DVS (divinilsulfona)
- BDPE (1,4-butanodiol poliglicidil éter)

Dentre esses, o BDDE destaca-se pela maior biocompatibilidade e pela formação de ligações estáveis entre as cadeias de AH. Em comparação, a divinilsulfona (DVS) apresenta maior potencial de reatividade residual e menor previsibilidade quanto ao perfil de segurança. Estudos comparativos indicam que formulações reticuladas com DVS geralmente exibem menor resistência mecânica e viscoelasticidade quando comparadas às otimizadas com BDDE.



A superioridade do BDDE baseia-se principalmente em três aspectos:

1. Performance reológica: o BDDE permite um controle mais preciso da firmeza, elasticidade e coesividade do gel, resultando em melhor capacidade de sustentação e integração tecidual.
2. Segurança e biocompatibilidade: embora todos os agentes reticulantes sejam potencialmente tóxicos em estado livre, o BDDE possui toxicidade bem caracterizada e controlada. Durante a fabricação, o BDDE não reagido é removido por processos rigorosos de purificação, mantendo os níveis residuais em traços mínimos.
3. Estabilidade e durabilidade: o BDDE forma uma matriz mais estável, que protege o gel contra a degradação enzimática e oxidativa, conferindo maior resistência tecidual (tipicamente entre 6 e 18 meses, dependendo da tecnologia empregada).

Embora o processo de reticulação com BDDE possa deixar resíduos do agente no produto final, os órgãos reguladores (como ANVISA, FDA e EMA) estabelecem limites rigorosos para sua concentração residual. O valor máximo permitido é de 2,0 ppm (partes por milhão), considerado seguro com base em extensos estudos toxicológicos. Abaixo desse limiar, o risco de reações de hipersensibilidade ou toxicidade local é minimizado.

Em resumo, o BDDE consolidou-se como o agente reticulante preferencial por oferecer o melhor equilíbrio entre capacidade de sustentação, integração natural ao tecido e um perfil de segurança amplamente validado pela literatura científica e pela prática clínica ao longo de quase 30 anos.

2.3 Densidade de reticulação

A densidade de reticulação refere-se à quantidade de ligações cruzadas formadas por unidade de massa ou por número de unidades dissacarídicas do

polímero. Ela determina o grau de compactação da rede tridimensional e influencia diretamente a rigidez mecânica, a elasticidade e a resistência à degradação enzimática do gel.

Diferentes densidades de reticulação resultam em variações significativas nas propriedades viscoelásticas do material. Densidades mais elevadas conferem maior módulo elástico (G') e maior resistência à hialuronidase, sendo indicadas para áreas que demandam sustentação e projeção prolongada. Entretanto, densidades excessivas podem reduzir a maleabilidade e a capacidade de integração tecidual, aumentando o risco de palpabilidade ou irregularidades clínicas.

2.4 Concentração total de Ácido Hialurônico

A concentração de ácido hialurônico (AH), expressa em mg/mL, corresponde à quantidade total de polímero presente em um determinado volume de gel. Esse valor engloba tanto a fração de ácido hialurônico reticulado, responsável pela estrutura tridimensional do material, quanto a fração de AH livre, que contribui para propriedades como hidratação, lubrificação e integração tecidual. A concentração representa um dos principais parâmetros de formulação dos preenchedores dérmicos, pois influencia a densidade da rede polimérica, a capacidade de retenção hídrica e o comportamento biomecânico do gel após sua implantação nos tecidos.

De modo geral, concentrações mais elevadas tendem a favorecer a capacidade de volumização e sustentação tecidual, sendo frequentemente empregadas em regiões que demandam maior suporte estrutural. Em contrapartida, concentrações moderadas podem proporcionar melhor equilíbrio entre projeção, maleabilidade e integração tecidual. Entretanto, a concentração não deve ser interpretada como um parâmetro isolado. O comportamento clínico do preenchedor resulta da interação entre múltiplos fatores, incluindo o peso molecular das cadeias de AH, o grau de reticulação, a distribuição granulométrica e as propriedades reológicas do gel. Dessa forma, produtos com concentrações

semelhantes podem apresentar desempenhos mecânicos e indicações clínicas significativamente diferentes.

2.5 Granulometria (tamanho da partícula)

A granulometria refere-se ao tamanho médio das partículas do gel, particularmente em formulações particuladas (bifásicas). Partículas de maior diâmetro tendem a proporcionar maior projeção e capacidade de sustentação, sendo indicadas para planos profundos. Por outro lado, partículas menores favorecem a integração tecidual, distribuição mais homogênea e menor risco de irregularidades superficiais, sendo mais adequadas para a derme média ou para correções finas. Entretanto, o desempenho clínico não depende exclusivamente da granulometria, sendo também influenciado por fatores como concentração de ácido hialurônico, grau de reticulação e propriedades reológicas do gel.

2.6 Hidrofilicidade

A hidrofilicidade é uma característica intrínseca do ácido hialurônico, devido à sua elevada densidade de grupos hidroxila (-OH) e carboxilato (-COO⁻) presentes em sua estrutura molecular. Estes grupos possuem alta afinidade por moléculas de água, conferindo ao polímero uma expressiva capacidade de atração e retenção hídrica que pode ultrapassar 1.000 vezes seu peso. Nos preenchedores dérmicos, essa propriedade contribui para a hidratação tecidual e para o aumento volumétrico indireto após a implantação, influenciando tanto a expansão do gel quanto sua integração aos tecidos adjacentes.

2.7 Swelling Ability (Capacidade de Expansão/absorção de água)

A capacidade de *swelling* refere-se à habilidade do gel reticulado de absorver e reter água do tecido circundante após sua implantação. Esse fenômeno está diretamente relacionado à hidrofilicidade do ácido hialurônico e à arquitetura da rede polimérica formada durante a reticulação. De modo geral, géis com menor densidade de reticulação apresentam maior capacidade de expansão hídrica, enquanto estruturas mais densamente reticuladas tendem a restringir a absorção de água.

Exerce influência direta sobre o comportamento clínico do preenchedor, contribuindo para a hidratação tecidual, a expansão volumétrica e a integração do gel aos tecidos. Quando adequadamente controlado, esse fenômeno favorece resultados naturais e previsíveis. Em contrapartida, uma expansão excessiva pode resultar em sobrecorreção, edema prolongado ou aspecto hipervolumizador, especialmente em regiões de pele fina e maior susceptibilidade à retenção hídrica. A faixa ideal para promover naturalidade, segurança e resultados controlados é de 30 a 60 vezes o peso seco.

2.8 Equilíbrio de hidratação

O equilíbrio de hidratação refere-se ao grau de saturação hídrica do gel no momento da aplicação. Formulações próximas ao seu equilíbrio (próximo à saturação) apresentam menor potencial de expansão volumétrica após a implantação, esta característica reduz significativamente o risco de edema prolongado, minimiza a sobrecorreção e confere maior previsibilidade clínica.

Em contrapartida, géis abaixo desse ponto possuem maior capacidade de absorver fluidos do meio extracelular, podendo promover expansão volumétrica secundária. Quando adequadamente controlado, esse fenômeno contribui para a volumização e integração tecidual. Entretanto, uma expansão excessiva pode resultar em edema prolongado, perda de previsibilidade clínica, assimetrias temporárias e variabilidade dos resultados clínicos. Portanto, o controle do equilíbrio de hidratação representa um importante parâmetro de formulação, influenciando a previsibilidade, a naturalidade e a segurança do tratamento.

2.9 Arquitetura e homogeneidade do gel

A arquitetura e homogeneidade do gel relacionam-se à organização interna da rede polimérica, que pode variar entre estruturas particuladas (bifásicas), homogêneas (monofásicas) ou híbridas. Essa característica influencia diretamente a distribuição do produto no tecido, sua integração tecidual e a previsibilidade do resultado estético. Géis com maior homogeneidade geralmente apresentam melhor coesividade e menor tendência à migração, enquanto estruturas particuladas podem oferecer maior capacidade projetiva pontual.

2.10 Viscosidade de cisalhamento zero (η_0)

A viscosidade de cisalhamento zero (η_0) representa a resistência interna ao fluxo do gel quando submetido a condições de repouso, ou seja, na ausência de uma força de cisalhamento aplicada. Esse parâmetro permite avaliar o comportamento inicial do ácido hialurônico antes da deformação, estando relacionado à estrutura da rede polimérica e à organização do gel.

Valores adequados de η_0 contribuem para o equilíbrio entre estabilidade do produto, capacidade de manutenção da arquitetura do gel e comportamento durante a aplicação. Durante a injeção, o gel é submetido a forças de cisalhamento que promovem redução temporária da viscosidade, permitindo sua passagem pelo dispositivo de aplicação, seguida pela recuperação de suas propriedades após a deposição no tecido.

3. Propriedades Reológicas

As propriedades reológicas descrevem o comportamento mecânico do gel de ácido hialurônico quando submetido a diferentes forças de deformação, sendo fundamentais para compreender seu comportamento durante a aplicação e interação com os tecidos após o procedimento.

Além disso, permite avaliar como o gel responde a estímulos como pressão, cisalhamento, compressão e movimentação, determinando características essenciais como capacidade de extrusão pela agulha ou cânula, facilidade de aplicação, adaptação ao plano anatômico, integração tecidual e manutenção do resultado ao longo do tempo.

Parâmetros reológicos como módulo de armazenamento (G'), módulo de perda (G''), viscosidade complexa (G^*) e fator de amortecimento ($\tan \delta$) auxiliam na caracterização do equilíbrio entre comportamento elástico e viscoso do gel. Essas propriedades influenciam diretamente sua capacidade de sustentação, projeção, distribuição no tecido e resposta às forças dinâmicas da face.

Dessa forma, a análise reológica é indispensável para compreender o desempenho clínico dos preenchedores de ácido hialurônico, uma vez que géis

com diferentes características reológicas apresentam comportamentos distintos durante a aplicação e após sua integração ao tecido.

3.1 Parâmetros reológicos fundamentais

3.1.1 G^* (Módulo complexo)

É o parâmetro reológico que quantifica a magnitude total da resistência de um material à deformação por cisalhamento. Diferente dos módulos de armazenamento (G') ou perda (G'') analisados isoladamente, o G^* representa a energia total necessária para deformar o material, integrando tanto a sua componente elástica (sólida) quanto a sua componente viscosa (fluida).

O G^* é comumente referido como a "dureza" global ou firmeza do gel. Quanto maior o valor de G^* , maior é a robustez mecânica da unidade de preenchimento, tornando-a mais resistente a alterações de forma após a implantação. Este parâmetro é um preditor crítico do desempenho biológico do produto, pois define como o gel manterá sua integridade estrutural quando submetido ao estresse biomecânico constante da face, que inclui vetores de compressão vertical, cisalhamento lateral (torção) e alongamento resultantes da dinâmica muscular e da tensão cutânea.

Representa a resistência total do material à deformação, integrando os componentes elástico e viscoso.

3.1.2 G' (Módulo de armazenamento / elasticidade)

O módulo de armazenamento, conhecido como G' ou G -Prime, indica a capacidade do gel de armazenar energia durante a deformação e retornar à sua forma original quando a tensão é removida. Representa a fração de energia elástica armazenada pelo material e é o principal parâmetro associado à elasticidade do preenchedor.

Clinicamente, o G' mede a firmeza do gel e sua capacidade de projeção vertical, sendo diretamente relacionado ao efeito lifting e à sustentação estrutural. Géis com alto G' são ideais para planos profundos e reestruturação facial,

enquanto géis com G' mais baixo são indicados para refinamentos superficiais e áreas que exigem maior maleabilidade.

3.1.3 G'' (Módulo de perda / viscosidade)

O módulo de perda, denominado G'' ou G-Double Prime, refere-se à capacidade do gel de dissipar energia na forma de calor durante a deformação. Representa a fração de energia do módulo complexo (G^*) que é perdida devido ao cisalhamento interno, refletindo diretamente o componente viscoso do material.

Clinicamente, o G'' está associado ao comportamento fluido do gel e à sua capacidade de espalhamento e adaptação ao tecido. Um valor mais elevado de G'' indica maior fluidez, facilitando a distribuição homogênea do produto durante a injeção e promovendo uma integração mais suave com os tecidos circundantes.

Por outro lado, um G'' relativamente baixo (em relação ao G') confere maior coesão estrutural, tornando o gel mais resistente à deformação permanente, à migração e ao estresse mecânico contínuo. Isso contribui para maior estabilidade e durabilidade do resultado estético ao longo do tempo.

É importante ressaltar que, na maioria dos preenchedores dérmicos de ácido hialurônico, o G'' é inferior ao G' (resultando em $\tan \delta < 1$), o que confere ao material um caráter predominantemente elástico. O equilíbrio ideal entre G' e G'' é fundamental: um G'' excessivamente alto pode comprometer a capacidade de sustentação, enquanto um G'' muito baixo pode reduzir a maleabilidade e dificultar a moldabilidade pós-injeção.

O G'' é, portanto, um parâmetro chave para prever não apenas a facilidade de aplicação, mas também a capacidade do gel de se adaptar aos movimentos faciais sem perder sua projeção e integridade estrutural.

3.1.4 $\tan \delta$ (G''/G')

O $\tan \delta$ (tangente delta), definido como a razão entre o módulo de perda (G'') e o módulo de armazenamento (G'), expressa o equilíbrio entre os

componentes viscoso e elástico do gel. Ele representa a “identidade mecânica” do preenchedor, indicando o predomínio de comportamento elástico ou viscoso.

- Comportamento elástico ($\tan\delta < 1$): indica que o material é predominantemente elástico (comportamento de gel), sendo este o padrão para preenchedores de AH.
- Comportamento viscoso ($\tan\delta > 1$): o material comporta-se mais como um líquido fluido.

Na prática clínica, índices baixos caracterizam géis mais firmes e coesos. Esses produtos possuem maior capacidade de manter sua forma original e resistir a pressões externas e movimentos faciais, o que resulta em maior estabilidade e durabilidade dos resultados no organismo.

Em suma, um $\tan\delta$ baixo garante que o preenchedor não se espalhe excessivamente após a aplicação, mantendo a projeção e a definição desejadas, especialmente em áreas que exigem sustentação estrutural.

3.1.5 Viscosidade dinâmica

A viscosidade dinâmica refere-se à resistência ao fluxo do gel sob diferentes condições de cisalhamento. Este parâmetro é fundamental para compreender a usabilidade clínica, pois influencia diretamente a força de extrusão (*pushing force*) necessária para injetar o produto através de agulhas ou cânulas de diferentes calibres.

Géis com viscosidade dinâmica muito elevada exigem maior força de aplicação, podendo causar desconforto ao paciente, fadiga ao profissional e maior risco de trauma tecidual. Por outro lado, uma viscosidade excessivamente baixa pode comprometer a capacidade de projeção e aumentar o risco de migração.

A viscosidade dinâmica é avaliada em testes de fluxo contínuo (steady shear) e está intimamente relacionada à concentração de AH, granulometria, densidade de reticulação e homogeneidade do gel. Um bom equilíbrio nesse

parâmetro permite fácil injetabilidade sem sacrificar a performance estrutural após a implantação.

3.1.6 Comportamento não newtoniano (pseudoplasticidade)

Os géis de ácido hialurônico reticulado apresentam comportamento não newtoniano do tipo pseudoplástico (shear-thinning). Essa propriedade caracteriza-se pela redução significativa da viscosidade quando o gel é submetido a altas taxas de cisalhamento, como ocorre durante a passagem pela agulha ou cânula, facilitando consideravelmente a extrusão e a aplicação.

Uma vez cessado o estresse mecânico (após a injeção), a viscosidade recupera-se rapidamente, permitindo que o gel retome sua estrutura original e mantenha a projeção e a estabilidade no tecido.

A pseudoplasticidade é essencial para conciliar dois requisitos frequentemente conflitantes: facilidade de aplicação e capacidade de sustentação pós-injeção. Géis com excelente pseudoplasticidade combinam injetabilidade suave com boa resistência à deformação, sendo particularmente valorizados em tecnologias modernas de preenchedores.

3.2 Comportamento mecânico e interação com forças externas

3.2.1 Viscoelasticidade

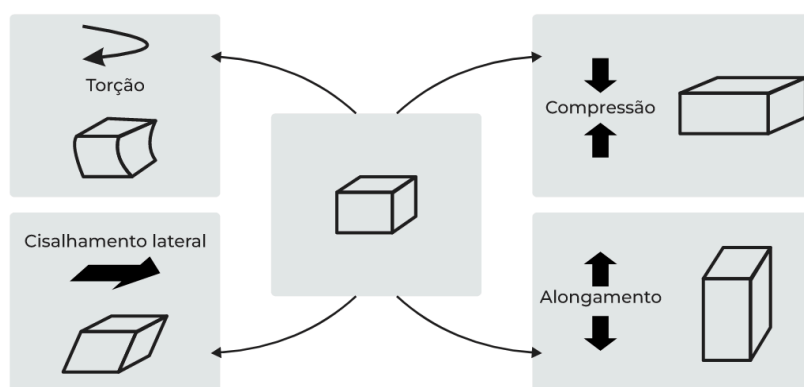
A viscoelasticidade é a capacidade do material de apresentar simultaneamente características de um sólido elástico e de um fluido viscoso. Essa propriedade dual permite que o gel de ácido hialurônico responda de forma inteligente às forças mecânicas a que é submetido, tanto durante a aplicação quanto após a implantação no tecido.

- Comportamento elástico: permite armazenar energia e retornar à forma original (sustentação e projeção).
- Comportamento viscoso: permite dissipar energia e adaptar-se ao ambiente tecidual (maleabilidade e integração).

Essa combinação é fundamental para que o preenchedor suporte os movimentos dinâmicos da face (expressões faciais, mastigação e fala) sem perder sua forma ou causar irregularidades, ao mesmo tempo em que se integra harmoniosamente aos tecidos circundantes. Preenchedores com boa viscoelasticidade tendem a oferecer resultados mais naturais, previsíveis e duradouros.

3.2.2 Viscoelasticidade e deformação por cisalhamento

A viscoelasticidade constitui uma propriedade reológica central para a compreensão do comportamento dos preenchedores à base de ácido hialurônico (AH). Esses biomateriais apresentam natureza viscoelástica, caracterizada pela coexistência de componentes elásticos (armazenamento de energia) e viscoso (dissipação de energia), cuja predominância relativa depende do regime de deformação e da taxa de cisalhamento aplicada.



Sob ação das forças de cisalhamento (shear forces), a rede tridimensional formada pelas cadeias reticuladas de ácido hialurônico sofre uma reorganização temporária de sua estrutura interna. As cadeias poliméricas tendem a se alinhar na direção do fluxo (flow alignment), reduzindo a resistência ao movimento e, conseqüentemente, a viscosidade aparente do gel. Esse fenômeno permite que o material seja extrudado através de agulhas e cânulas com menor resistência, sem que ocorra ruptura permanente da rede polimérica.

Durante a administração por agulha ou cânula, o gel é submetido predominantemente a elevadas taxas de cisalhamento (high shear rates), resultantes da pressão de extrusão e do atrito ao longo de lúmens de pequeno calibre. Nessas condições, observa-se comportamento pseudoplástico (shear-thinning), caracterizado pela diminuição transitória da viscosidade aparente, favorecendo a fluidez do material e sua adequada injetabilidade (injectability).

Após a deposição no tecido e a redução das forças de cisalhamento, as interações intermoleculares e a estrutura reticulada promovem a recuperação parcial ou total da arquitetura original do gel (elastic recovery). A partir desse momento, o sistema passa a ser governado predominantemente por forças compressivas (compressive forces) e tensões mecânicas intrínsecas ao ambiente tecidual (mechanical stresses). Esse comportamento está associado ao predomínio do módulo de armazenamento (storage modulus – G') e é determinante para a manutenção da forma, projeção volumétrica e estabilidade posicional do implante.

As propriedades viscoelásticas dos preenchedores são diretamente moduladas por parâmetros de formulação, como grau de reticulação (cross-linking degree), densidade de ligações intermoleculares (intermolecular cross-link density), distribuição de peso molecular (molecular weight distribution) e arquitetura da matriz tridimensional (three-dimensional matrix architecture). Esses fatores influenciam diretamente os módulos reológicos (rheological moduli) G' e G'' , a coesividade (cohesivity) e a resistência à deformação sob diferentes regimes de estresse mecânico.

Durante e após a aplicação, o gel pode ser submetido a múltiplos modos de deformação (deformation modes), incluindo cisalhamento (shear), compressão (compression), torção (torsion) e alongamento (tension/elongation). Cada um desses modos de deformação influencia o comportamento mecânico do gel, podendo impactar sua distribuição,

integração tecidual, capacidade de sustentação (lifting capacity) e previsibilidade clínica a longo prazo.

Em termos clínicos, o equilíbrio entre viscosidade (viscosity), elasticidade (elasticity) e coesividade (cohesivity) determina a capacidade do preenchedor de combinar facilidade de aplicação, adaptação anatômica e manutenção estrutural, características essenciais para resultados seguros, naturais e duradouros.

3.2.3 Resposta a forças mecânicas

Após a implantação, o gel de ácido hialurônico permanece continuamente exposto a diferentes vetores de força biomecânica decorrentes da dinâmica facial, da ação muscular, da pressão tecidual e da gravidade. A forma como o preenchedor responde a essas forças determina diretamente sua estabilidade posicional, capacidade de sustentação e durabilidade clínica.

As principais forças mecânicas atuantes sobre o gel incluem:

Forças de cisalhamento (shear forces):

Atuam paralelamente à superfície da pele, sendo geradas principalmente pelos movimentos repetitivos da mímica facial, como fala, mastigação e expressões faciais. Essas forças tendem a promover deformação lateral e deslocamento do material.

Forças compressivas (compression forces):

Atuam perpendicularmente ao plano de aplicação, sendo exercidas pela pressão dos tecidos adjacentes, pela gravidade e pelas cargas mecânicas fisiológicas. Essas forças podem reduzir a projeção do gel e favorecer seu achatamento ao longo do tempo.

Forças de extensão (tensile forces):

Relacionam-se ao estiramento dos tecidos, especialmente em áreas de alta mobilidade ou tensão cutânea. Essas forças influenciam a distribuição espacial do produto e sua adaptação ao ambiente anatômico.

A resposta do preenchedor a essas forças depende da interação entre seus principais parâmetros reológicos, especialmente módulo elástico (G'), viscosidade dinâmica e coesividade.

O módulo elástico (G') está diretamente relacionado à capacidade do gel de resistir à deformação e recuperar sua forma original após a remoção da tensão mecânica. Dessa forma, géis com G' mais elevado apresentam maior resistência às forças de cisalhamento e melhor capacidade de sustentação estrutural.

A coesividade, por sua vez, é fundamental para manter a integridade estrutural do gel diante de forças compressivas e de extensão. Géis com alta coesividade tendem a preservar melhor seu formato, reduzir a dispersão indesejada e apresentar menor risco de migração lateral.

Já a viscosidade dinâmica influencia a capacidade do material de absorver, dissipar e redistribuir energia mecânica, contribuindo para sua adaptação ao microambiente tecidual.

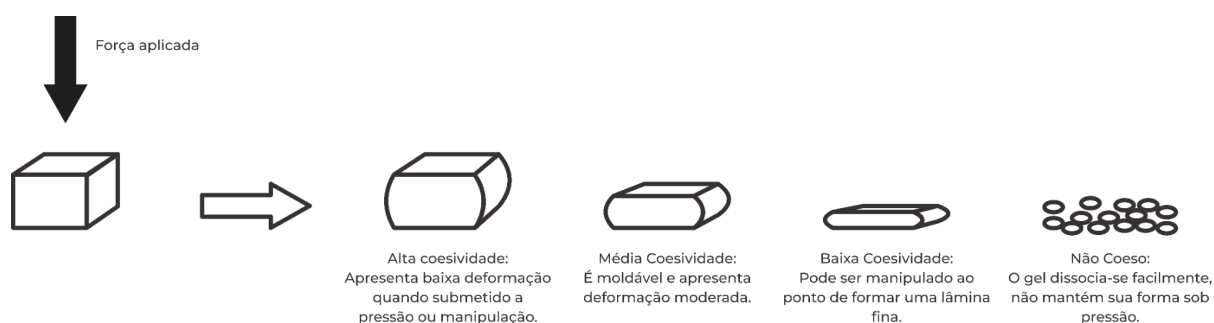
Na prática clínica, a resposta biomecânica ideal ocorre quando há equilíbrio entre resistência estrutural e adaptabilidade tecidual. Formulações excessivamente rígidas podem comprometer a naturalidade do resultado, enquanto géis excessivamente fluidos podem apresentar menor capacidade de sustentação e maior suscetibilidade à deformação.

Portanto, compreender como o preenchedor responde às diferentes forças mecânicas é essencial para correlacionar suas propriedades reológicas com o desempenho clínico, permitindo uma escolha mais precisa do produto de acordo com a região anatômica, plano de aplicação e objetivo terapêutico.

3.3 Coesividade

3.3.1 Definição e mecanismos

A coesividade resulta da interação entre as cadeias de ácido hialurônico reticuladas e não reticuladas, mantidas por forças intermoleculares, como pontes de hidrogênio, interações eletrostáticas e entrelaçamento molecular, que conferem ao gel a capacidade de permanecer estruturalmente íntegro quando submetido a forças mecânicas.



Enquanto a viscosidade mede a resistência ao fluxo, a coesividade mede a capacidade do material de não se dissociar ou fragmentar sob estresse mecânico, preservando sua integridade microscópica e macroscópica após a implantação.

Na dinâmica biomecânica da face, a coesividade desempenha um papel complementar e distinto do módulo elástico (G'):

- G' vs. Coesividade: o G' está relacionado principalmente à resistência do gel às deformações impostas por forças de cisalhamento e torção (paralelas à pele), contribuindo para sua capacidade de sustentação e recuperação estrutural. A coesividade, por outro lado, está associada à capacidade do implante de manter sua integridade quando submetido a forças compressivas e alongamento (perpendiculares à pele), evitando a fragmentação do gel e favorecendo a manutenção de sua distribuição original nos tecidos.
- Projeção vertical: um gel altamente coeso resiste melhor ao “achatamento” causado pela pressão dos tecidos sobrejacentes, garantindo maior projeção

vertical inicial e melhor manutenção do volume no plano anatômico pretendido ao longo do tempo.

Diferente de outros parâmetros reológicos, a coesividade é influenciada primordialmente pela concentração de ácido hialurônico e pela tecnologia de reticulação (o "design" da malha), e não necessariamente pelo grau de reticulação em si. Géis formulados com tecnologias que preservam cadeias longas de AH tendem a apresentar maior afinidade molecular e, conseqüentemente, maior coesão.

A coesividade é influenciada por múltiplos fatores, incluindo a concentração de ácido hialurônico, o peso molecular das cadeias, e, sobretudo, o tipo e a tecnologia de reticulação, que definem a arquitetura da rede polimérica formada durante o processo de fabricação. Esses fatores, ao determinarem o grau de coesão do gel, impactam conseqüentemente o perfil de segurança e a previsibilidade clínica do produto.

3.3.2 Impacto na integração tecidual

A performance clínica de um preenchedor depende de sua capacidade de se integrar de forma homogênea com os tecidos.

- Géis de alta coesividade: comportam-se como uma massa única e estável. São especialmente indicados para planos profundos (supraperiosteal ou subcutâneo profundo), pois apresentam baixo risco de migração lateral para áreas de menor resistência mecânica. Oferecem maior previsibilidade volumétrica e menor chance de dispersão irregular.
- Géis de baixa ou moderada coesividade: possuem maior maleabilidade e tendem a se distribuir de forma mais difusa. Embora exijam maior precisão técnica para evitar o efeito de acúmulo (clumping), permitem melhor modelagem manual e integração mais invisível, sendo particularmente adequados para regiões com pele fina ou onde se prioriza a naturalidade.

Géis mais coesos geralmente apresentam menor risco de migração e maior estabilidade posicional, enquanto géis menos coesivos favorecem uma integração mais suave, desde que bem aplicados.

3.3.3 Relação com projeção e estabilidade

A projeção e a estabilidade do preenchedor resultam da sinergia entre dois parâmetros reológicos fundamentais: o módulo elástico (G') e a coesividade.

- Projeção (efeito *Lifting*): é determinada principalmente pelo módulo elástico (G'), que mede a firmeza do gel e sua capacidade de armazenar energia para recuperar a forma original. Preenchedores com alto G' têm maior capacidade de suportar e elevar os tecidos sobrejacentes, sendo ideais para estruturação profunda.
- Estabilidade estrutural: depende da coesividade, que é a força de adesão interna que mantém as partículas de ácido hialurônico unidas. Uma alta coesividade garante que o gel resista às forças de compressão vertical e alongamento, mantendo o formato inicial e evitando a migração lateral do produto para áreas indesejadas.

Em resumo, enquanto o G' dita a altura da projeção, a coesividade assegura que essa projeção permaneça estável e íntegra mesmo sob a tensão constante dos movimentos faciais. Além disso, contribui para a manutenção do formato e da distribuição do produto ao longo do tempo.

4. Características da linha FinahFil®

4.1 Tecnologia EMC3 (Equalized Molecular Concentration)

A tecnologia EMC3 (Equalized Molecular Concentration) representa o principal diferencial da linha FinahFil®, constituindo uma abordagem avançada na arquitetura molecular do ácido hialurônico. Diferentemente das tecnologias convencionais que se concentram quase exclusivamente no grau e na densidade



de reticulação química, a EMC3 prioriza a organização estrutural inteligente das cadeias poliméricas e das partículas do gel.

Essa tecnologia promove uma distribuição homogênea e otimizada das cadeias de ácido hialurônico, combinando partículas com distribuição granulométrica controlada e polidispersa. Por meio de um empacotamento molecular eficiente, a EMC3 cria uma rede tridimensional altamente coesa, com preenchimento otimizado dos espaços intersticiais entre as partículas.

Os dois pilares fundamentais da tecnologia EMC3 são:

- Organização estratégica: distribuição inteligente de partículas de diferentes tamanhos, que maximiza o empacotamento molecular e aumenta a densidade efetiva da rede.
- Formação de rede tridimensional equilibrada: resulta em uma matriz contínua e heterogênea, com intensificação das interações físicas (forças intermoleculares, pontes de hidrogênio e entrelaçamento) entre as cadeias de AH.

Do ponto de vista reológico, a tecnologia EMC3 promove um excelente equilíbrio entre módulo elástico (G'), coesividade e maleabilidade. Isso permite que o gel apresente boa resistência à deformação mecânica, mantendo elevada capacidade de projeção e sustentação, sem comprometer a fluidez durante a aplicação nem a integração tecidual posterior.

Como consequência, observam-se importantes benefícios clínicos:

- Maior estabilidade estrutural: alta coesividade reduz a dissociação do gel sob estresse mecânico;
- Menor risco de migração: maior permanência do produto no local de aplicação;

- Equilíbrio entre firmeza e plasticidade: favorece resultados naturais com sustentação adequada;
- Durabilidade prolongada: permanência tecidual estimada entre 9 e 15 meses, dependendo da indicação, técnica de aplicação e características individuais do paciente.

Em resumo, a tecnologia EMC3 vai além da reticulação química convencional, promovendo uma organização molecular avançada baseada em concentração molecular equalizada, distribuição granulométrica inteligente e otimização das interações físicas. O resultado é um biomaterial com elevada coesividade, estabilidade reológica e previsibilidade clínica.

4.2 Relação entre propriedades e performance clínica

A performance clínica da linha FinahFil® decorre da integração harmoniosa entre suas propriedades físico-químicas e reológicas. Os principais parâmetros e suas correlações clínicas são:

- Sustentação e projeção: diretamente associadas ao módulo elástico (G') e à densidade de reticulação;
- Integração tecidual e moldabilidade: relacionadas à coesividade e à homogeneidade da rede polimérica proporcionada pela tecnologia EMC3;
- Naturalidade do resultado: dependente do equilíbrio entre G' e G'' , aliado ao controle preciso do swelling e do equilíbrio de hidratação;
- Segurança e previsibilidade: influenciadas pelo controle rigoroso da capacidade de expansão (swelling ability), equilíbrio de hidratação e baixa variabilidade reológica.

Essa integração permite que cada produto da linha FinahFil® ofereça um perfil clínico específico, adaptado às diferentes necessidades anatômicas e estéticas.

4.3 Portfólio FinahFil®

4.3.1 FinahFil® Infuse



Desenvolvido para aplicações superficiais e médias, o FinahFil® Infuse foi projetado para promover volumização moderada e refinamento tecidual, com foco na correção de rugas finas e na restauração discreta de volume. Sua menor granulometria, associada à elevada maleabilidade do gel, favorece uma distribuição mais homogênea nos tecidos e uma integração suave, proporcionando resultados naturais e harmoniosos. É especialmente indicado para lábios, sulcos superficiais e áreas que demandam refinamento sem excesso de volumização.

4.3.2 FinahFil® Intense



Produto de alta performance, o FinahFil® Intense oferece um equilíbrio ideal entre capacidade de projeção e integração tecidual. Indicado para correções moderadas, definição facial e projeção em regiões como têmporas, nariz, fossa canina e zigomático, combina boa sustentação com maleabilidade adequada para resultados previsíveis e versáteis.

4.3.3 FinahFil® Ultra



Formulado para aplicações em planos profundos (subcutâneo profundo ou supraperiosteal), o FinahFil® Ultra apresenta elevada capacidade de sustentação e volumização estrutural. Desenvolvido para restauração significativa de volume e projeção em regiões como mento, mandíbula e arco zigomático, combina alta projeção, elevada coesividade e resistência à deformação, proporcionando excelente estabilidade tecidual e previsibilidade clínica. É a escolha ideal quando se busca suporte facial, definição estrutural e efeito lifting.

4.4 Arquitetura das partículas e características físico-químicas da linha FinahFil®

O grande diferencial da linha FinahFil® está no controle rigoroso da arquitetura das partículas. Isso permite que o profissional escolha o preenchedor mais adequado para a necessidade específica de cada plano anatômico, sem abrir mão da segurança, da previsibilidade clínica e do conforto proporcionado pela lidocaína.

O FinahFil® apresenta concentração de 20 mg/mL de ácido hialurônico e associação à lidocaína 0,3% em todos os modelos. Apesar da uniformidade da composição, os diferentes modelos apresentam comportamentos biomecânicos distintos, resultantes da variação controlada da arquitetura das partículas, permitindo diferentes perfis de comportamento do gel conforme a indicação e o plano anatômico de aplicação.

- FinahFil® Infuse: com a menor granulometria da linha (180 µm a 280 µm), o Infuse foi desenvolvido para oferecer máxima espalhabilidade. Suas características físico-químicas favorecem uma integração suave em camadas com menor espessura tecidual. Por isso, é a opção ideal para correções que exigem alta precisão, garantindo uma transição entre o gel e o tecido adjacente imperceptível ao toque e à visão.
- FinahFil® Intense: com partículas de tamanho intermediário (360 µm a 750 µm), o Intense equilibra o poder de preenchimento e flexibilidade. O grande diferencial é a versatilidade: as partículas são grandes o bastante para oferecer suporte estrutural e efeito de “lifting”, mas ainda mantêm um tamanho que facilita a adaptação em áreas de transição e movimento, reproduzindo a firmeza natural dos tecidos conjuntivos.
- FinahFil® Ultra: o modelo Ultra possui a maior granulometria da linha (700µm ~ 1550µm), o que o torna uma excelente opção para volumizações mais profundas. O grande diferencial físico-químico desse gel é a capacidade de promover projeção com menor tendência ao bulk effect (efeito de massa). Por conta do tamanho maior das partículas, ele

apresenta alta resistência à compressão mecânica dos tecidos, sendo indicado para a reestruturação de compartimentos profundos (gordura e região suprapariosteal) e para contorno facial com maior durabilidade.



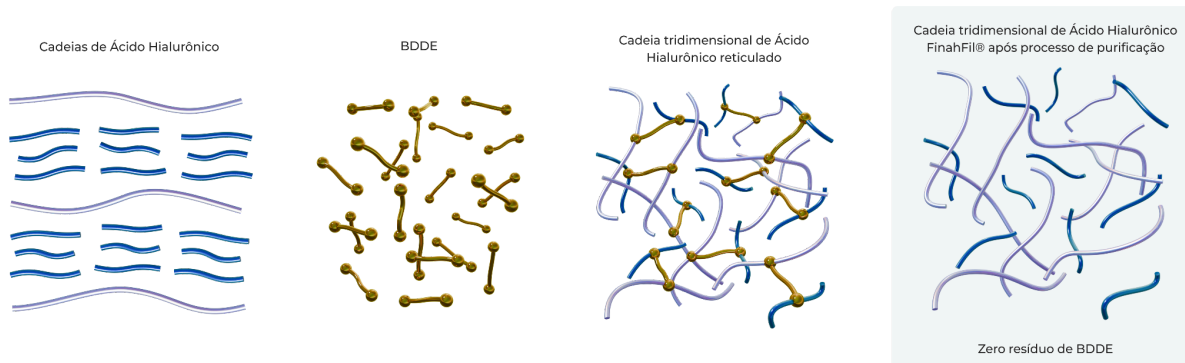
Resumo comparativo:

Modelo	Concentração de AH	Granulometria	Diferencial Físico-Químico	Indicação
Infuse	20 mg/mL	180µm - 280µm	Volumização e integração	Planos superficiais e refinamento.
Intense	20 mg/mL	360µm - 750µm	Equilíbrio entre sustentação e flexibilidade	Projeção e lifting.
Ultra	20 mg/mL	700µm - 1550µm	Estruturação, projeção e suporte	Projeção profunda e suporte estrutural.

Na linha FinahFil®, o controle da capacidade de absorção de água permite uma hidratação equilibrada do gel, evitando expansão excessiva e contribuindo para maior previsibilidade do comportamento do produto após a implantação.

4.4.1 Características da reticulação do FinahFil®

O ácido hialurônico FinahFil® utiliza BDDE como agente reticulante e se destaca frente a outras marcas ao oferecer resíduo zero de BDDE (0,018 ppm), ficando abaixo do exigido pelos órgãos reguladores (2,0 ppm) e atendendo aos mais altos padrões de qualidade da indústria. Veja na imagem abaixo a rede tridimensional de ácido hialurônico do FinahFil® após purificação de BDDE.



Com durabilidade estimada de 9 a 15 meses, proporciona resultados eficazes e de longa duração. A combinação de segurança e eficácia torna o produto uma excelente escolha para profissionais que buscam minimizar riscos e maximizar os benefícios e resultados para os pacientes.

4.5 Parâmetros Reológicos da linha FinahFil®

As análises reológicas da linha FinahFil® foram realizadas por laboratório independente, utilizando reômetro TA Instruments AR-1500ex, com o objetivo de caracterizar o comportamento viscoelástico dos géis de ácido hialurônico sob condições controladas.

Os ensaios foram conduzidos utilizando geometria de placas paralelas de 40 mm, gap de 500 µm e temperatura constante de 25°C. A caracterização reológica incluiu varreduras de frequência entre 10 Hz e 0,01 Hz, permitindo a avaliação dos parâmetros viscoelásticos em quatro frequências distintas. Essa

abordagem possibilita uma análise mais abrangente do comportamento mecânico dos géis, uma vez que os tecidos biológicos estão sujeitos a diferentes condições de deformação e movimento.

Foram determinados o módulo elástico (G'), o módulo viscoso (G''), o módulo complexo (G^*) e o fator de perda ($\tan \delta$), parâmetros amplamente utilizados para caracterizar a capacidade de sustentação, adaptação e resposta viscoelástica dos preenchedores à base de ácido hialurônico. A avaliação desses parâmetros em múltiplas frequências fornece uma compreensão mais completa do comportamento biomecânico dos géis FinahFil® e de sua interação com os tecidos após a aplicação.

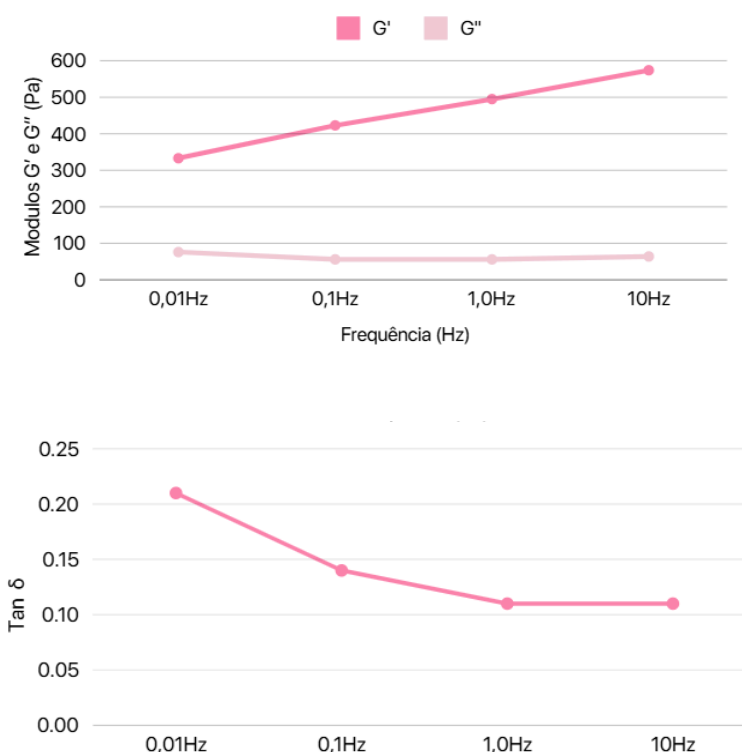
4.5.1 Características reológicas do FinahFil® Infuse

Do ponto de vista reológico, observa-se um módulo elástico (G') elevado (≈ 495 Pa a 1Hz), associado a baixo $\tan \delta$ ($\sim 0,11$), indicando predominância do comportamento elástico com adequada coesão. Esse perfil confere ao gel boa capacidade de manter sua forma mesmo em planos mais superficiais, ao mesmo tempo em que permite adequada integração tecidual. Sua menor dimensão de partículas favorece uma distribuição mais homogênea no tecido, contribuindo para uma volumização equilibrada, boa integração com os tecidos e resultados naturais, com elevada previsibilidade clínica.

Frequência	G' (Pa)	G'' (Pa)	G^* (Pa)	TAN. δ
10Hz	574	64	577,56	0,11
1.0Hz	495	56	498,16	0,11
0.1Hz	423	56	426,69	0,14
0.01Hz	333	76	341,56	0,21

Dados obtidos com: Reômetro rotacional da TA-Instruments AR-1500ex (New Castle, NE, USA) a 25oC

Análise Reológica do FinahFil® Infuse: Comportamento de G' , G'' e $\tan \delta$ em Diferentes Frequências.



4.5.2 Características reológicas do FinahFil® Intense

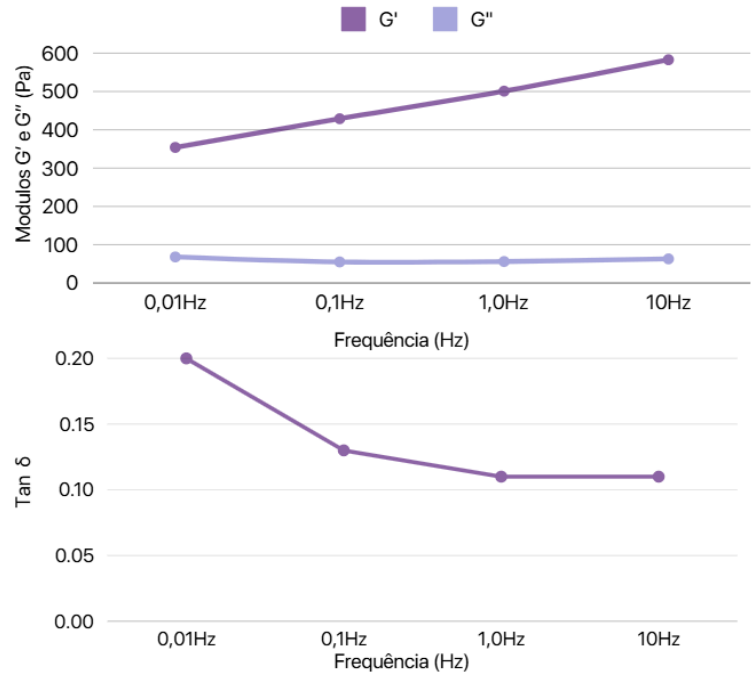
O perfil reológico do Intense apresenta valores de G' (≈ 501 Pa a 1 Hz) mais elevados se comparado com o Infuse, refletindo alta capacidade de armazenamento de energia e resistência à deformação. Esse comportamento indica elevada capacidade de sustentação tecidual (*lifting capacity*), sendo particularmente relevante para regiões que demandam suporte estrutural, como mento, mandíbula e contorno facial. Associado a um $\tan \delta$ baixo ($\sim 0,11$), o Intense apresenta predominância elástica com limitada dissipação de energia, o que favorece manutenção da projeção ao longo do tempo.

Sua granulometria intermediária, aliada ao perfil reológico, permite um equilíbrio entre firmeza e adaptabilidade, tornando-o altamente versátil para aplicações em planos médios a profundos.

Frequência	G' (Pa)	G''(Pa)	G*(Pa)	TAN δ
10Hz	583	63	586,39	0,11
1.0Hz	501	56	504,12	0,11
0.1Hz	429	55	432,51	0,13
0.01Hz	354	68	360,47	0,20

Dados obtidos com: Reômetro rotacional da TA-Instruments AR-1500ex (New Castle, NE, USA) a 25oC

Análise Reológica em multifrequências do FinahFil® Intense:
Comportamento de G', G'' e Tan δ em Diferentes Frequências.



4.5.3 Características reológicas do FinahFil® Ultra

Os resultados reológicos do FinahFil® Ultra indicam um módulo de armazenamento (G') intermediário (≈ 433 Pa a 1 Hz), inferior ao observado em outros produtos da linha, associado a valores de tan δ baixos (entre 0,08 e 0,11), os menores da linha. Esse perfil indica predominância marcadamente elástica, com baixa dissipação de energia e boa capacidade de recuperação estrutural, apesar do módulo elástico moderado. A combinação entre G' intermediário e tan δ

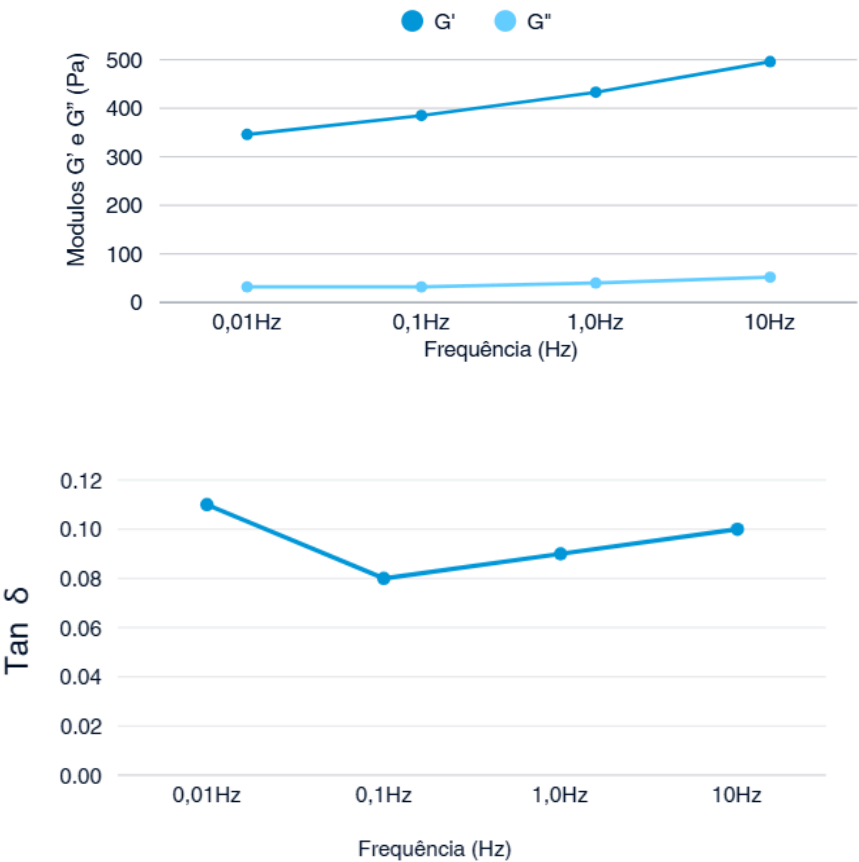
reduzido está associada a um comportamento viscoelástico de firmeza intermediária aliada a elevada integridade elástica.

Do ponto de vista mecânico, isso favorece a acomodação do gel sob deformação e a distribuição mais uniforme de tensões no tecido.

Frequência	G' (Pa)	G''(Pa)	G*(Pa)	TAN δ
10Hz	496	52	498,7	0,10
1.0Hz	433	40	434,8	0,09
0.1Hz	385	32	386,3	0,08
0.01Hz	346	32	347,5	0,11

Dados obtidos com: Reômetro rotacional da TA-Instruments AR-1500ex (New Castle, NE, USA) a 25oC

Análise reológica em multifrequências do FinahFil® Ultra:
Comportamento de G', G'' e Tan δ em diferentes frequências.



4.6 Aplicabilidade clínica e parâmetros de performance

4.6.1 Swelling Ability

A linha FinahFil® apresenta uma swelling ability controlada, dentro da faixa ideal, apresentando uma boa elasticidade e é facilmente moldável após a aplicação, sem comprometer sua coesão e estabilidade, garantindo que o preenchedor se integre bem ao tecido evitando a migração.

4.6.2 Pushing Force of Syringe Plunger

A linha FinahFil® combina a tecnologia EMC3, controle reológico avançado e força de extrusão otimizada para proporcionar maior controle, conforto e previsibilidade durante a aplicação. Sua arquitetura de gel permite o equilíbrio das propriedades reológicas, como viscosidade complexa (G^*) e módulo elástico (G'), promovendo uma resposta mecânica adequada aos diferentes planos anatômicos e indicações clínicas.

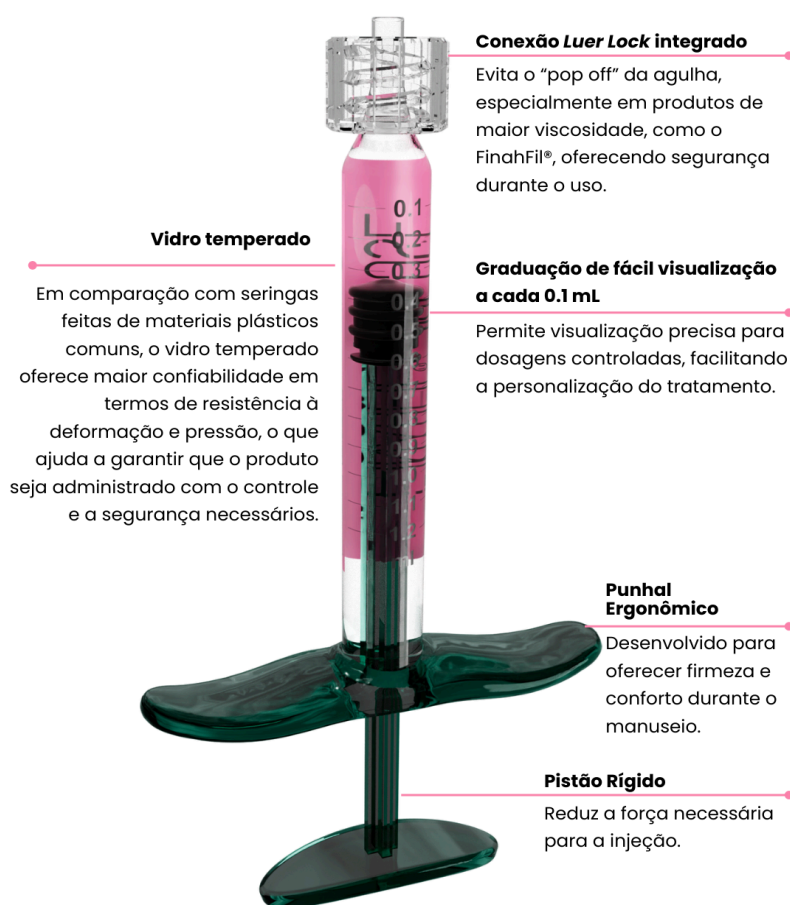
Esse controle favorece uma aplicação mais precisa, reduzindo o risco de excessos ou falhas na deposição do produto, proporcionando resultados previsíveis, segurança e maior confiança ao profissional.

Força Aplicada	INFUSE (Força em Newtons)	INTENSE (Força em Newtons)	ULTRA (Força em Newtons)
Agulha 27G (TW)	20.9 N	26.0 N	32.6 N
Cânula 22G	13.1 N	13.8 N	18.5 N

Esses valores refletem o equilíbrio entre desempenho mecânico e facilidade de aplicação desenvolvido para cada integrante da linha FinahFil®. O FinahFil® Infuse apresentou as menores forças de extrusão da linha (20,9 N na agulha 27G e 13,1 N na cânula 22G), resultado compatível com sua menor viscosidade e granulometria, favorecendo aplicações superficiais e correções delicadas. O FinahFil® Intense apresentou valores intermediários (26,0 N e 13,8 N,

respectivamente), demonstrando um equilíbrio entre capacidade de projeção, sustentação e facilidade de aplicação. Já o FinahFil® Ultra, desenvolvido para demandas de maior sustentação estrutural, apresentou as maiores forças de extrusão (32,6 N na agulha 27G e 18,5 N na cânula 22G), comportamento esperado para um gel com maior capacidade de projeção, elevada coesividade e maior resistência à deformação.

Apesar das diferenças entre os produtos, observa-se que todos os valores permanecem dentro de uma faixa compatível com uma aplicação controlada, especialmente quando utilizada a cânula 22G, que reduz significativamente a força necessária para a extrusão em toda a linha. Esse comportamento demonstra que o aumento da capacidade estrutural do gel não resulta em perda proporcional da injetabilidade, evidenciando o equilíbrio entre desempenho mecânico e aplicabilidade clínica.

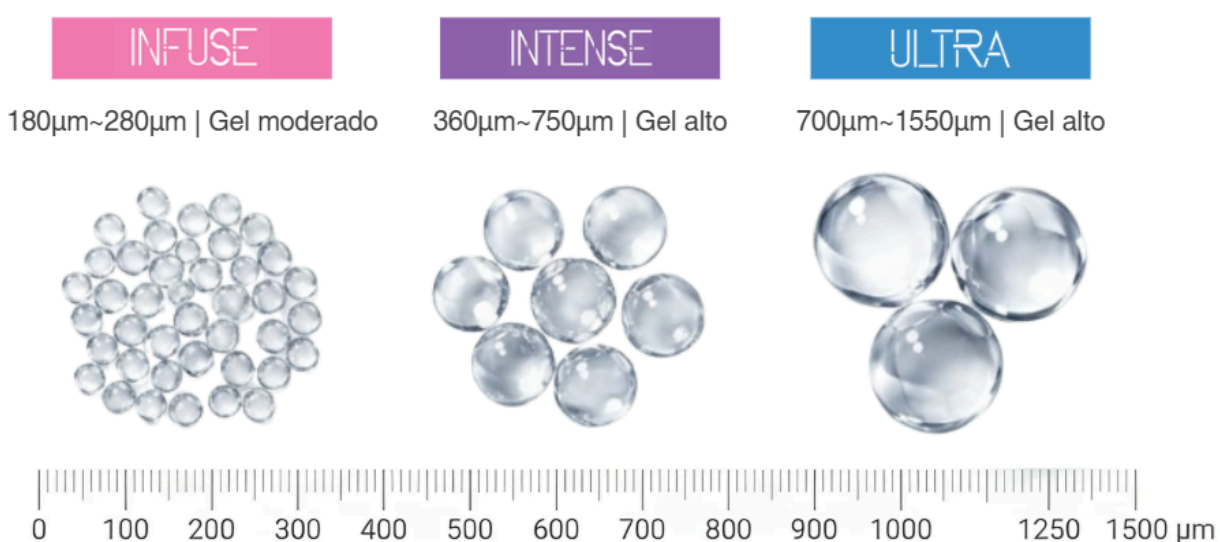


4.6.3 Particle Size Distribution

A distribuição controlada do tamanho das partículas do FinahFil® favorece a obtenção de géis mais homogêneos, contribuindo para um comportamento previsível durante a aplicação. A uniformidade da arquitetura particulada permite uma distribuição mais consistente do ácido hialurônico reticulado, favorecendo sua integração aos tecidos e proporcionando maior controle e previsibilidade clínica.

Os diferentes modelos da linha apresentam faixas específicas de tamanho de partículas: FinahFil® Infuse (180–280 μm), Intense (360–750 μm) e Ultra (700–1550 μm), desenvolvidas para proporcionar diferentes características de comportamento do gel conforme a necessidade clínica. O Infuse, por apresentar partículas menores, favorece uma aplicação com maior precisão e integração tecidual, enquanto o Intense e o Ultra apresentam arquiteturas progressivamente mais estruturadas, adequadas para diferentes demandas de preenchimento e suporte.

A combinação entre distribuição controlada das partículas e propriedades reológicas do gel contribui para a versatilidade da linha FinahFil®, permitindo sua adaptação a diferentes indicações e planos anatômicos, com resultados consistentes e previsíveis.



4.6.4 Viscosidade de cisalhamento zero (η_0) aplicado ao FinahFil®

Os modelos da linha FinahFil apresentam diferenças entre as apresentações Infuse, Intense e Ultra, refletindo a engenharia específica de cada gel, desenvolvida para apresentar comportamentos distintos conforme sua composição, arquitetura e propriedades reológicas.

FinahFil® Infuse: apresenta um perfil de viscosidade equilibrado, favorecendo a adaptação e integração do gel aos tecidos, mantendo adequada estabilidade estrutural.

FinahFil® Intense: apresenta maior viscosidade em repouso, indicando maior resistência ao fluxo e maior organização da matriz do gel.

FinahFil® Ultra: apresenta menor viscosidade de cisalhamento zero, característica associada ao comportamento de fluxo do gel, enquanto seu desempenho mecânico está relacionado ao conjunto de propriedades reológicas, como módulo elástico (G') e arquitetura da matriz de ácido hialurônico.

4.7 Correlação entre propriedades físico-químicas, reológicas e desempenho clínico

A análise integrada dos parâmetros físico-químicos e reológicos evidencia perfis distintos entre os modelos da linha FinahFil®, permitindo sua adequação a diferentes necessidades clínicas.

FinahFil® Infuse: caracteriza-se pela menor granulometria da linha, associada a um perfil reológico predominantemente elástico e equilibrado. A combinação entre adequada coesividade, distribuição homogênea das partículas e capacidade de absorção de água controlada favorece uma integração tecidual harmoniosa e uma volumização equilibrada. Essas características contribuem para resultados naturais, elevada previsibilidade clínica e adaptação aos tecidos mais superficiais.

FinahFil® Intense: apresenta granulometria intermediária e os maiores valores de módulo elástico entre os modelos avaliados, refletindo elevada resistência à deformação e capacidade de suporte mecânico. Associado à sua adequada coesividade e estabilidade reológica, esse perfil proporciona equilíbrio entre sustentação e adaptação tecidual, tornando-o versátil para aplicações que demandam preenchimento associado a projeção e lifting.

FinahFil® Ultra: apresenta a maior faixa granulométrica da linha e um perfil biomecânico desenvolvido para aplicações que requerem maior capacidade de estruturação e projeção. A associação entre arquitetura particulada, coesividade e propriedades viscoelásticas favorece a distribuição homogênea das cargas mecânicas nos tecidos, contribuindo para suporte volumétrico, manutenção da forma e estabilidade clínica em planos profundos com menor tendência ao bulk effect.

Em conjunto, os resultados demonstram que a diferenciação entre os modelos FinahFil® não está relacionada apenas ao tamanho das partículas, mas à combinação entre arquitetura do gel, propriedades reológicas, coesividade e comportamento de hidratação, permitindo uma abordagem mais precisa e individualizada conforme a indicação clínica.

5. Comparação da linha FinahFil® com outras marcas

Com o objetivo de contextualizar o desempenho biomecânico da linha FinahFil®, os resultados reológicos obtidos foram comparados com preenchedores de ácido hialurônico amplamente utilizados no mercado nacional. Foram avaliados parâmetros relacionados à elasticidade, viscosidade e comportamento viscoelástico, permitindo uma análise comparativa do desempenho mecânico dos diferentes produtos.

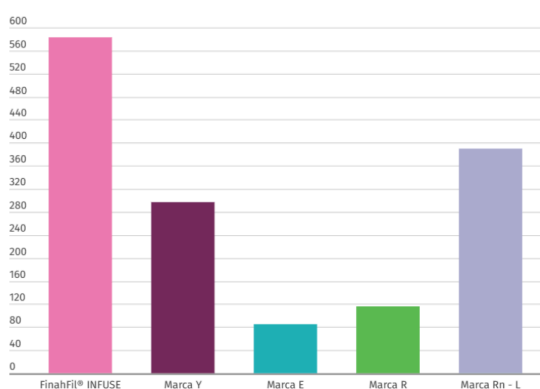
Os resultados comparativos demonstraram que os modelos FinahFil® Infuse e FinahFil® Intense apresentam valores de módulo elástico (G') compatíveis ou superiores aos observados em diversos preenchedores amplamente utilizados no mercado. Os elevados valores de G' , associados aos

baixos valores de $\tan \delta$, evidenciam predominância do comportamento elástico e adequada resistência à deformação, características relacionadas à manutenção da estrutura do gel após a aplicação.

A combinação entre arquitetura particulada controlada, propriedades reológicas equilibradas e adequada coesividade contribui para um perfil biomecânico associado à previsibilidade clínica, estabilidade tecidual e integração homogênea aos tecidos. Esses resultados reforçam a capacidade dos modelos Infuse e Intense de oferecer equilíbrio entre adaptação tecidual, suporte mecânico e manutenção do resultado clínico.

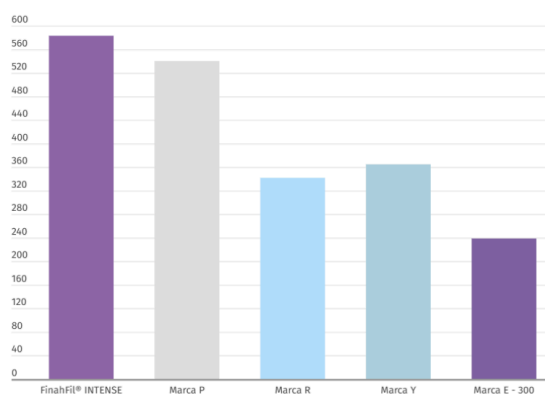
Comparação do FinahFil® INFUSE e outras marcas

G' (módulo de armazenamento): Mede a elasticidade do ácido



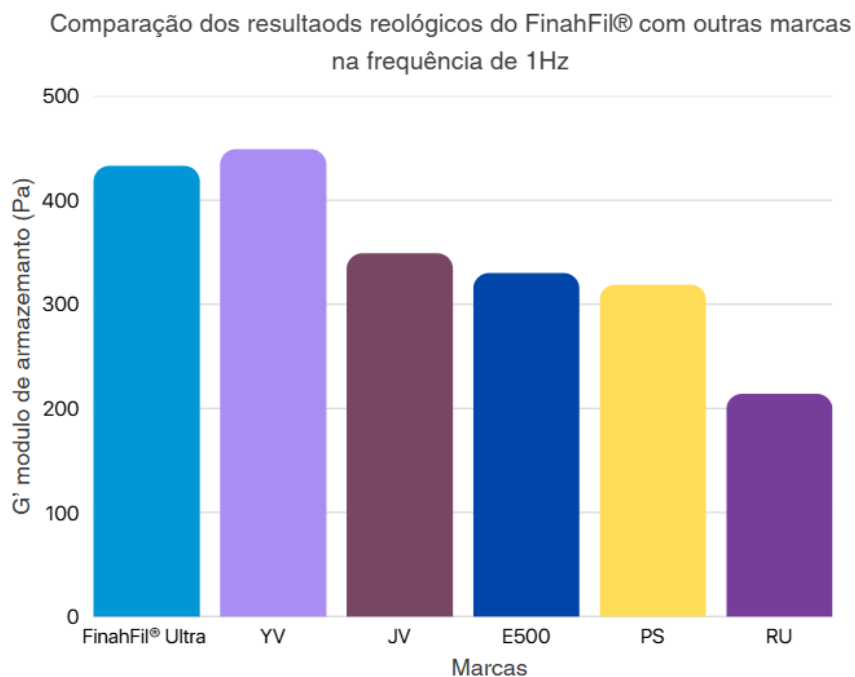
Comparação do FinahFil® INTENSE e outras marcas

G' (módulo de armazenamento): Mede a elasticidade do ácido



Para o FinahFil® Ultra, a comparação com preenchedores destinados à volumização profunda demonstrou um perfil biomecânico diferenciado. Os resultados de módulo elástico (G') evidenciaram adequada capacidade de suporte estrutural, enquanto os valores de $\tan \delta$ indicaram um equilíbrio entre elasticidade e viscosidade.

Associado à sua maior granulometria e às características de sua matriz de gel, esse comportamento favorece a distribuição homogênea das cargas mecânicas nos tecidos, contribuindo para projeção, suporte volumétrico e adaptação às estruturas adjacentes. Além disso, a baixa variabilidade observada entre as amostras demonstra elevada consistência de fabricação, característica importante para a previsibilidade clínica e reprodutibilidade dos resultados.



Conclusão

A caracterização físico-química e reológica da linha FinahFil® demonstrou que o desempenho clínico dos produtos está diretamente relacionado à interação entre arquitetura particulada, propriedades viscoelásticas, coesividade e capacidade de absorção de água controlada. Os resultados obtidos evidenciam uma plataforma tecnológica desenvolvida para oferecer comportamento previsível após a implantação, adequada integração tecidual e estabilidade mecânica nos diferentes planos anatômicos.

A tecnologia EMC3, associada ao controle rigoroso da distribuição granulométrica, permite a obtenção de perfis biomecânicos distintos entre os modelos Infuse, Intense e Ultra, possibilitando a seleção do produto mais adequado para diferentes objetivos clínicos. Essa diferenciação não se limita ao tamanho das partículas, mas envolve a combinação entre propriedades físico-químicas e reológicas que influenciam diretamente a resposta do gel nos tecidos.

As análises reológicas realizadas em múltiplas frequências demonstraram predominância do comportamento elástico em todos os modelos avaliados,

evidenciada pelos valores de G' superiores aos de G'' e pelos baixos valores de $\tan \delta$. Esses resultados estão associados à capacidade de manutenção da estrutura do gel após a aplicação, contribuindo para suporte mecânico, estabilidade volumétrica e previsibilidade clínica.

Adicionalmente, os resultados de coesividade, swelling ability e força de extrusão reforçam características relevantes para a prática clínica, incluindo distribuição homogênea do produto, hidratação equilibrada, controle durante a aplicação e adaptação aos diferentes planos anatômicos.

Em conjunto, os dados apresentados demonstram que a linha FinahFil® reúne características físico-químicas e biomecânicas compatíveis com as exigências dos procedimentos estéticos contemporâneos, oferecendo ao profissional diferentes perfis de desempenho dentro de uma mesma plataforma tecnológica, com foco em segurança, previsibilidade clínica e versatilidade terapêutica.

Referencial teórico

ALMEIDA, A. R. T. de; SAMPAIO, G. A. A.; QUEIROZ, N. P. L. **Ácido hialurônico no rejuvenescimento do terço superior da face:** revisão e atualização. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 9, n. 2, p. 113-121, 2017.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 772, de 26 de dezembro de 2022.** Dispõe sobre a classificação de dispositivos médicos.

BIOSMART NANOTECHNOLOGY. **Relatório de análise:** parâmetros reológicos de viscoelasticidade das amostras Finahfil Intense e Finahfil Infuse. Araraquara: BioSmart Nano, nov. 2024.

CONSTATS CONSULTORIA ESTATÍSTICA. **Relatório de comparação entre preenchedores dérmicos:** análise estatística de parâmetros reológicos de viscoelasticidade (Lote Finahfil Ultra A24041L1-1.2). Alur Medical Ltda., 2025.

COSTA, A. et al. **Características reológicas de preenchedores dérmicos à base de ácido hialurônico antes e após passagem através de agulhas.** *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 5, n. 1, p. 88-91, 2013.

DANTAS, S. F. I. M. et al. **As eficácias a curto e longo prazo do preenchimento com ácido hialurônico no rejuvenescimento facial.** *Saúde & Ciência em Ação*, v. 5, n. 1, p. 63-77, 2019.

D'AURIA, C. M. **Preenchedores orofaciais com ácido hialurônico.** 2018. Monografia (Especialização em Estética Orofacial) – Faculdade Sete Lagoas, São Paulo, 2018.

FUNDARÒ, S. P. et al. **The Rheology and Physicochemical Characteristics of Hyaluronic Acid Fillers:** Their Clinical Implications. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 18, 10518, 2022.

FURTADO, G. R. D. et al. **Necrose em ponta nasal e lábio superior após rinomodelação com ácido hialurônico – relato de caso.** *Aesthetic Orofacial Science*, v. 1, n. 1, p. 62-67, 2020.

FURTADO, G. R. D. et al. **Rheological properties of hyaluronic acid-based fillers for facial cosmetic aesthetics.** *Research, Society and Development*, v. 12, n. 1, e22012139676, 2023.

KEDE, M. P. V.; SABATOVICH, O. **Dermatologia Estética**. São Paulo: Atheneu, 2004.

MAIO, M. **Tratado de Medicina Estética**. São Paulo: Roca, 2004.

MARTINI, P. C. **Avaliação da segurança e estudo da permeação e retenção cutânea de géis de ácido hialurônico**. 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araraquara, 2011.

OLIVEIRA, M. R. M. **Avaliação das propriedades morfo-fisicoquímica e biológica de diferentes ácidos hialurônicos (AHs):** Estudo in vivo e in vitro. 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araraquara, 2017.

PIERRE, S.; LIEW, S.; BERNARDIN, A. **Basics of Dermal Filler Rheology**. *Dermatologic Surgery*, v. 41, p. S120-S126, abr. 2015.

TALARICO, S. et al. **Avaliação da segurança e eficácia de novo preenchedor à base de ácido hialurônico no tratamento dos sulcos nasolabiais e contorno dos lábios**. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 2, n. 2, p. 83-86, 2010.

TEZEL, A.; FREDRICKSON, G. H. **The science of hyaluronic acid dermal fillers**. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, v. 10, n. 12, p. 35-42, mar. 2008.

TIERA. **Accelerated Aging Report (Three Year) – Product:** Cross-linked Sodium Hyaluronate Gel for Injection (XDEEP/BODY). Sterilizing lot S2022022101, out. 2022.