

# A QUÍMICA DOS GÉIS: UM ESTUDO TEÓRICO SOBRE OS CONCEITOS CIENTÍFICOS ENVOLVIDOS NOS PRODUTOS DE GEL PARA UNHAS

Yohanna Carla Alves Pereira<sup>1</sup>  
Beatriz Moraes Cordeiro<sup>2</sup>  
Carolyna De Souza Gomes<sup>3</sup>  
Ketolly Natanne Da Silva Leal<sup>4</sup>

## RESUMO

As unhas de gel apareceram pela primeira vez nos Estados Unidos no início dos anos 1980, mas tiveram um sucesso limitado. Com o passar dos anos os fabricantes de luzes para o gel e dos géis foram combinando com precisão a intensidade da luz com os fotoiniciadores no gel para aplicação bem sucedida. Com isso, no final dos anos 90, as unhas de gel estavam de volta ao mercado nos Estados Unidos, com fórmulas muito aprimoradas que foram projetadas para funcionar com um comprimento de onda e intensidade de luz precisos. Essas novas formulações também proporcionaram maior clareza e durabilidade. As Inovações adicionais em géis surgiram na década de 2000, incluindo géis 3-D, géis de imersão e híbridos de gel polonês. Esses géis, são baseados na química do acrilato de cura UV. As camadas duras resultantes da polimerização do acrilato sob luz ultravioleta foram utilizadas em primeiro lugar para esculpir extensões artificiais de unhas. Por causa de sua reologia, essas misturas homogêneas de monômeros e oligômeros foram assimilados a “géis”, que passou a ser a denominação geral da categoria. Os atuais produtos de alto desempenho para unhas UV reivindicam mais de 14 dias de brilho e desgaste, enquanto o lascamento e descascamento de suas contrapartes de verniz ocorre 2 dias após a aplicação. Com base, nisso observa-se que esses produtos estão sendo utilizados com frequência pela sociedade, mas que o contexto químico por trás da utilização é pouco divulgado e discutido cientificamente, no qual a literatura científica apresenta uma lacuna sobre o tema. Desta maneira, o presente trabalho visa discutir teoricamente sobre a química do gel utilizado nas unhas, apresentando os compostos químicos envolvidos, os tipos de géis e a diferença entre eles, bem como apresentar os principais produtos comercializados atualmente. Para isso, utilizou-se as bases de dados científicos Pubmed e Scopus para as buscas de artigos nos últimos 5 anos e foi feita uma análise qualitativa e exploratória de dados dos rótulos das embalagens dos principais produtos comercializados, sendo possível discutir quimicamente os compostos ali contidos. Todos os dados foram separados sob critérios de inclusão e exclusão e os resultados obtidos foram confrontados frente a literatura científica.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de CST em Estética e Cosmética do Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU, [yohanna.esteticaecosmetologia@gmail.com](mailto:yohanna.esteticaecosmetologia@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduada pelo Curso de e CST em Estética e Cosmética do Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU, [biabmc9@email.com](mailto:biabmc9@email.com);

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de CST em Estética e Cosmética do Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU, [carolynagomes@gmail.com](mailto:carolynagomes@gmail.com);

<sup>4</sup> Professor orientador: Mestre, Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU, [ketollynatanneq@gmail.com](mailto:ketollynatanneq@gmail.com).

**Palavras-chave:** Polímeros, Inovações em géis, Caracterização Química, Produtos para Unhas.

## INTRODUÇÃO

O esmalte em gel ou unha em gel, é indiscutivelmente uma das maiores invenções da indústria de unhas na última década. A ideia de um sistema que dura duas ou três vezes a duração do polimento normal, mas é removível sem arquivos eletrônicos ou encharcamento pesado.

Logo, pintar as unhas com esmalte convencional ou em gel pode não parecer um processo químico particularmente complexo, mas a química está diretamente relacionada. A polimerização, agentes tixotrópicos, solventes e termocromismo por exemplo são termos comuns em um laboratório de química do que em um salão de beleza, mas esses termos podem surgir em relação ao esmalte convencional e o gel, desde a composição dos cosméticos até o processo de aplicação (BAO; SHI, 2010).

O esmalte convencional consiste em um polímero, mais comumente nitrocelulose, dissolvido em um solvente, geralmente acetato de etila ou acetato de butila. Ao ser aplicado, o solvente evapora, deixando o polímero formar um filme na unha. Já as resinas adesivas de polímero que também estão contidas na formulação ajudam o filme de polímero a aderir à unha, esses chamados modificadores de filme também conferem brilho ao acabamento do polímero (PRADELA-FILHO et al., 2017).

No mercado existem outros tipos de esmalte como o em gel, no qual é uma formulação alternativa que consiste em compostos de metacrilato e fotoiniciadores, como peróxido de benzoíla. Ao contrário do esmalte convencional, essas misturas não são simplesmente aplicadas e deixadas para secar. Em vez disso, são aplicados em camadas expostas à luz ultravioleta; isso dar início a um processo de polimerização que solidifica o polimento.

De acordo com Agnol et al., (2021) a polimerização ocorre quando o fotoiniciador é exposto ao comprimento de onda e intensidade de luz ultravioleta adequados, ele emite uma partícula chamada radical livre, o radical livre iniciará uma reação de polimerização com as resinas do sistema de gel. Essa reação de polimerização libera calor (sensação de queimação), e chamado de reação exotérmica (AGNOL et al., 2021).

Além dos géis, os acrílicos (conhecida como unha de acrílico ou porcelana) também curam com uma reação de radical livre; a reação é iniciada quando o peróxido no pó é exposto ao monômero reativo no líquido. O peróxido inicia a reação de polimerização no líquido para formar o plástico polimerizado. Ambos os sistemas (gel e acrílico) criam plásticos, mas usam materiais e tecnologias de polimerização diferentes para isso (BAO; SHI, 2010).

A indústria de salões de beleza tem visto um crescimento constante e significativo nos últimos anos, o relatório do SIS/Sebrae (2020) aponta aumento na procura por serviços estéticos e cuidados para unhas onde movimentou cerca de US\$ 5,9 milhões no mundo em 2019, com previsão de aumento de 17% até 2023. Esse dado mostra um consumo significativo do setor e conseqüentemente a utilização da unha em gel está diretamente vinculado a esses dados.

Além disso, os técnicos em unhas manipulam rotineiramente produtos cosméticos que contêm vários produtos químicos conforme relatado acima, logo há uma preocupação crescente dos técnicos em unhas sobre a exposição a esses produtos químicos, por meio de vias de exposição pela pele e por inalação, e o potencial de efeitos adversos à saúde (RATY CZ; LENDER; GOTTWALD, 2019). Outro fato observado é que a literatura científica apresenta uma lacuna quando se trata de abordar os conceitos científicos envolvidos nos produtos de gel para unhas bem como o seu processo de aplicação.

Desta maneira, é necessário disseminar os conceitos e fundamentos químicos contidos nas unhas em géis para compreender o funcionamento e diferenciação dos produtos utilizados, bem como as conseqüências de sua utilização de forma inadequada.

Visando isto, o presente estudo tem por objetivo preencher a lacuna encontrada na literatura científica a partir da discussão teórica sobre a composição química do gel utilizado nas unhas, formas de aplicações, matérias-primas envolvidas, o processo de ação e por fim as conseqüências quando utilizado de maneira inadequada. Para isso, usando os descritores foram realizadas buscas de artigos nos bancos de dados Pubmed e Scopus determinando o período de publicação de 2015 até 2021, os artigos foram selecionados e utilizados neste trabalho. A fim de complementação um levantamento bibliográfico foi feito para comprovar a lacuna existente sobre o tema desta pesquisa, assim justificando o seu desenvolvimento.

## **METODOLOGIA**

### **CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

De acordo com Kitchenham et al. (2009), a Revisão Sistemática é realizada a partir de propostas e questões de pesquisas, das quais são realizadas um levantamento bibliográfico para obter dados conforme os questionamentos. Ao realizar o levantamento bibliográfico, seu processo é guiado por fatores de exclusão e inclusão, orientam a leitura dos artigos por critérios estabelecidos no início da pesquisa. O protocolo de pesquisa é o conjunto formado pelas questões e critérios de exclusão e inclusão.

Esta revisão realizou-se em três etapas: Planejamento, Execução da Revisão e Análise de dados. A primeira, o Planejamento, é o momento de elaboração do protocolo de pesquisa. A execução da Revisão, segunda etapa, é onde as bases de dados são explorados e assim selecionam-se os artigos conforme o protocolo de pesquisa. A Análise de dados, terceira e última etapa, os dados são coletados e sintetizados para serem publicados.

### **PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

A presente revisão sistemática buscou fornecer um panorama sobre os trabalhos produzidos com foco na temática sobre os géis para unha bem como as informações químicas sobre os polímeros e suas ações no processo de cura, esses trabalhos foram coletados dando ênfase no período de 2015 até 2021. Para a execução da pesquisa foram escolhidas as bases de publicação Scopus e Pubmed.

Para realizar a seleção dos artigos foram estabelecidos 2 critérios: o primeiro deles foi restringir o ano de publicação, então, só foram incluídos trabalhos publicados a partir de 2015 devido que, o foco da revisão se atentou aos últimos 5 anos. O segundo critério foi considerar apenas os artigos que relacionassem os géis de unha UV com suas propriedades e funções, fosse através de estudo teórico ou por meio pesquisa aplicada.

Para realizar a busca pelos trabalhos foram utilizadas as seguintes palavras chaves: Géis de unha UV (UV NAIL GELS) e Polímeros (POLYMERS).

Em todas plataformas de publicação havia o campo “conteúdo da revista” em que se deve inserir o termo de referência para busca, também é possível restringir a busca por meio da opção “escopo da busca” que permite limitar os itens da pesquisa por: todos (varre todos os campos), autor, título, resumo, texto indexado e texto completo. Ao obter os resultados e visualização dos artigos o outro critério foi verificar se o estudo era sobre temática deste trabalho.

## ANÁLISE DE DADOS

A busca foi realizada por meio do software Start (State of the Art through Systematic Reviews) que foi desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES). O software é disponibilizado de forma gratuita pelo seguinte Link: < [http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)>.

Os critérios de busca foram descritos e os dados processos foram exportados para o Excel para poder analisar de forma analítica os dados. Vale enfatizar que na própria ferramenta foi montado todo o protocolo de pesquisa, as fontes de dados de onde foram extraídos os artigos, as sessões de busca, classificando os artigos de acordo com os critérios já determinados anteriormente.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A ideia de usar a química do acrilato na indústria de unhas nasceu nos Estados Unidos na década de 1950, quando um dentista, Dr. Frederick Slack, consertou sua unha quebrada com um material acrílico dental para moldagem em coroa. No final dos anos 1970, outro dentista, o fundador da CND, Dr. Stuart Nordstrom, fez o primeiro sistema profissional de acrílico líquido e em pó para unhas. Também na década de 1970, os sistemas odontológicos com cura por UV surgiram na indústria de materiais odontológicos e fizeram sua estreia como produtos para as unhas (GARCIA et al., 2015).

No entanto, os géis de cura por UV não tiveram sucesso até o final da década de 1990, a principal razão é que os fabricantes de lâmpadas UV não estavam alinhados com a indústria de unhas e o comprimento de onda da luz emitida não correspondia aos

fotoiniciadores nos géis. Além disso, não havia educação suficiente disponível para técnicos de unhas para promover os géis de unha UV como produtos convencionais (KALENGE et al., 2020).

No final da década de 1990, marcas como a OPI lançaram linhas profissionais de gel de unha UV, incluindo lâmpadas UV com comprimento de onda e intensidade de luz apropriados. O desenvolvimento de formulações com propriedades aprimoradas continuou na década de 2000, notadamente com híbridos de laca-gel apresentando uma remoção mais fácil e rápida (GARCIA et al., 2015).

Hoje em dia, as manicures usam o gel UV na grande maioria dos salões de beleza. Nesta visão este capítulo trata-se de apresentar fundamentalmente sobre a composição química dos géis e acrílico usados em unhas com o intuito de disseminar informações científicas para a sociedade atual.

## A QUÍMICA DOS GÉIS E ACRÍLICO PARA UNHAS

A composição base dos géis de unha UV é uma mistura de monômeros de acrilato, oligômeros acrilados e fotoiniciadores, bem como vários aditivos. Além de atingir as propriedades desejadas do produto, as funcionalidades químicas dos ingredientes são selecionadas a fim de atender à compatibilidade com o tecido da unha, bem como aos regulamentos para uso em cosméticos produtos (SHI et al., 2015).

O gel funciona de uma maneira totalmente diferente de um esmalte convencional (a base de nitrocelulose), o polidor de gel nunca seca a menos que seja ativado por luz ultravioleta, ganhando super força após uma dose de radiação. Uma molécula foto iniciadora misturada ao polonês pode absorver a energia UV, se dividir ao meio e formar duas moléculas supercarregadas (SHI et al., 2015). Essas moléculas carregadas são chamadas de radicais livres, um tipo de produto químico não desejável, porque essa energia extra pode ser usada para quebrar todos os tipos de ligações químicas onde não deveria. No esmalte, a energia extra inicia uma reação que transforma o esmalte líquido em uma camada dura de plástico em segundos (WANG et al., 2016).

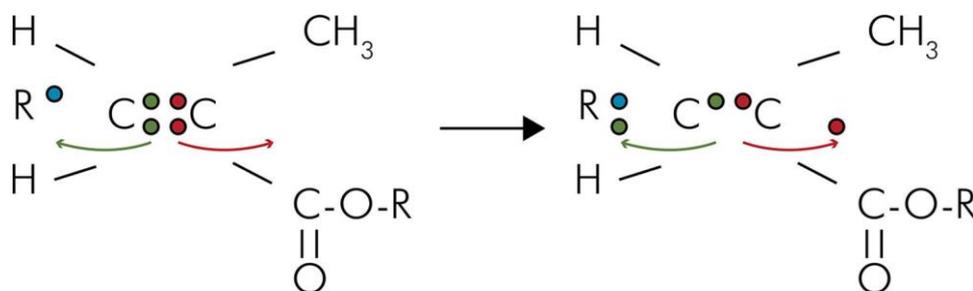
Na maioria dos esmaltes em gel, o fotoiniciador é o peróxido de benzoíla, que também é um ingrediente comum de cremes para acne vendidos sem prescrição médica, em que sua função é remover a camada superior da pele do rosto. No esmalte, ele é misturado com a forma líquida de um plástico chamado metacrilato. O radical livre do

peróxido de benzoíla repelem os elétrons nos monômeros de metacrilato líquido para que eles formem ligações entre si e criam um polímero sólido (WANG et al., 2016). O metacrilato em suas muitas formas diferentes é usado em todos os tipos de outras aplicações onde plásticos fortes e flexíveis são necessários, como para consertar pára-brisas de carros quebrados ou como cimento ósseo em cirurgia ortopédica (BAO; SHI, 2010).

A química envolvida no equilíbrio da quantidade de monômeros de metacrilato e peróxido de benzoíla pode ser complicada. O gel de polimento de imersão é feito principalmente de metacrilatos de uretano (ou acrilatos). O polimento em gel cura por “polimerização”, o que significa que as moléculas da fórmula reagem ligando-se umas às outras em grandes cadeias chamadas polímeros (PRADELA-FILHO et al., 2017). Também são criadas ligações cruzadas, ou ligações químicas que conectam diferentes cadeias de polímeros, resultando em uma rede molecular estruturalmente forte (ZAREANSHAHRAKI; MANNARI, 2018).

Quando a luz (cabine UV) atinge o polidor de gel, uma molécula sensível aos raios ultravioleta chamada fotoiniciador inicia quimicamente a reação de cura (Figura 1). O fotoiniciador é como uma “haste de luz” que captura um raio de energia UV, mais tecnicamente, o fotoiniciador tem uma ligação química que é facilmente quebrada por UV e, quando ela se quebra, o fragmento da molécula (ou um "radical livre" no jargão da química) é muito reativo e se liga ao metacrilato mais próximo, o que o faz vincular-se a outro e a outro, resultando na cura (PRADELA-FILHO et al., 2017). A Figura 1 apresenta a reação do início da polimerização.

Figura 1 – Etapa de iniciação da polimerização



Fonte: RUEGGEBERG et al., 2017

O processo de cura do radical livre está sujeito à inibição do oxigênio, o que significa que o oxigênio do ar impede a polimerização das moléculas na superfície, isso significa que na superfície há uma camada não curada (RUEGGEBERG et al., 2017). Isso acontece com todos os acrílicos, até mesmo sistemas de líquido e pó, mas é perceptível com polimento em gel e líquido e pó de baixo odor, uma vez que as moléculas maiores são inibidas mais facilmente. O polimento em gel requer luz ultravioleta para iniciar a reação de cura química. Portanto, sem a luz ultravioleta, ele não cura e fica úmido por muito tempo até que os metacrilatos se deteriorem, o que pode levar meses ou até anos (AGNOL et al., 2021).

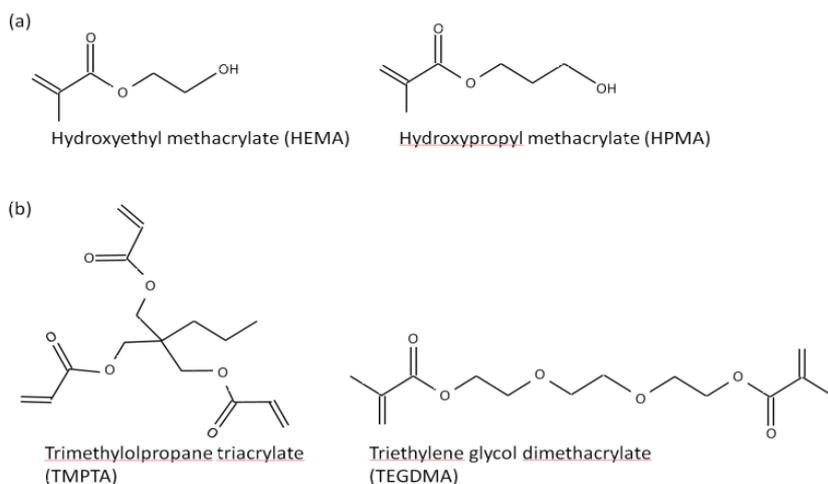
Os géis tradicionais eram feitos principalmente para esculpir, onde precisam de boa resistência estrutural, por isso são altamente reticulados. Os géis de imersão devem ser feitos com menos ligações cruzadas porque muitos criam uma rede de polímero apertada que não pode ser penetrada facilmente pela acetona, o que tornaria o produto muito mais lento para ser absorvido (ZAREANSHAHRAKI; MANNARI, 2018).

## MONÔMEROS E OLIGÔMEROS

Os géis duros com alta  $T_g$  (Temperatura de Transição Vítrea) normalmente requerem uma maior densidade de reticulação, que é obtida usando monômeros di, tri ou tetrafuncionais. Os géis moles flexíveis geralmente usam monômeros monofuncionais para uma densidade de reticulação mais baixa (DOWDY; SAYRE, 2013).

Os monômeros mais comuns são mostrados na Figura 2 também são conhecidos por serem promotores de adesão e são usados em bases para garantir uma forte interação entre o gel de unha UV e o tecido da unha. Eles são projetados para reagir ou interagir especificamente com grupos químicos presentes na superfície da unha (DOWDY; SAYRE, 2013).

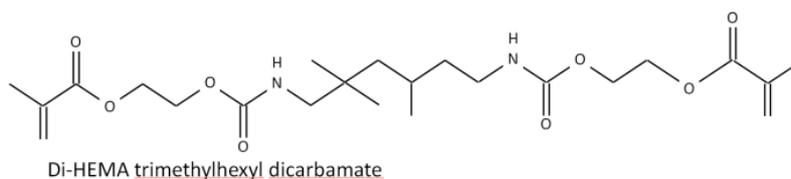
Figura 2 - Monômeros monofuncionais (a) e multifuncionais (b) acrilato usados em unha de gel.



Fonte: Grigale-Sorocina et al., 2015.

Já os oligômeros com extremidades acriladas (Figura 3) fornecem flexibilidade e facilidade de remoção, diminuindo a densidade de reticulação. Os *backbones* de oligômero mais comuns são uretanos, acrílicos e poliésteres. A escolha do peso molecular e da composição do esqueleto resultará em propriedades em massa levando a um desempenho ideal.

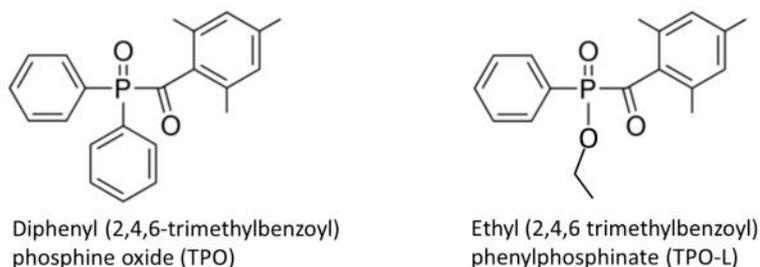
Figura 3 - Unidade base de oligômeros de trimetilhexil dicarbamato Di-HEMA usados em géis de unha UV



Fonte: Grigale-Sorocina et al., 2015.

Os fotoiniciadores claros mais comuns usados para géis de unha UV, mostrados na Figura 4, são óxido de difenil (2,4,6 trimetilbenzoil) fosfina (TPO) e sua forma líquida, etil (2,4,6 trimetilbenzoil) fenilfosfinato (TPO-L). Embora o limite regulamentar de uso de TPO em produtos cosméticos seja de 5%, a quantidade de fotoiniciador nos géis de unha UV é geralmente 2%. Outros fotoiniciadores que absorvem nesta faixa são óxido de fenil bis (2,4,6-trimetilbenzoil) -fosfina (BAPO), 1-hidroxíciclohexil fenil cetona (HCPK) e 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona (BDK).

Figura 4 - Fotoiniciadores comuns usados em géis de unha UV



Fonte: Grigale-Sorocina et al., 2015.

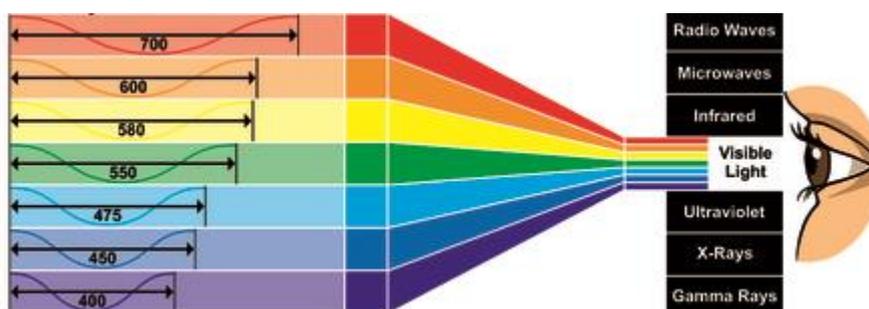
Os géis de unha UV não curados devem apresentar estabilidade química suficiente para garantir uma vida útil de 12 a 36 meses. Portanto, as formulações são estabilizadas usando inibidores de polimerização hidroquinona (HQ) ou 4-metoxifenol (MeHQ).

O conservante antioxidante butil-hidroxitolueno (BHT) também é usado para evitar o desbotamento da cor. Esses aditivos são regulamentados para uso em produtos cosméticos. As formulações de tintas contêm pigmentos que estão sob a regulamentação da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) no Brasil. As formulações híbridas de gel de polimento desenvolvidas mais recentemente também contêm derivados de celulose e plastificantes, bem como solventes.

## UV-LED

O termo UV se refere a um tipo de luz emitida: luz ultravioleta. A luz ultravioleta tem um comprimento de onda mais curto do que a luz visível (entre 380 nm e 449 nm), é invisível ao olho humano (ALEXANDRE; FARIA; CARDOSO, 2008). A Figura 5 apresenta o espectro eletromagnético onde a faixa de comprimento de onda do visível é de 700 nm a 400 nm.

Figura 5 – Espectro eletromagnético



Fonte: Google imagens

Logo, a diferença entre uma lâmpada UV e uma lâmpada LED é o comprimento de onda no qual, a lâmpada UV emitem um comprimento de onda de cerca de 350 nm (SANTOS et al., 2015) porque as unhas de gel UV precisam desse comprimento de onda para curar. Já as lâmpadas LED, como a 18W *Nomad Lamp* (Figura 6) e a 36W *Pro Lamp*, emitem 365 nm para curar esmaltes de gel como Green Flash (Figura 6).

Figura 6 - (a) Lâmpada LED (18W Nomad), (b) Gel Green Flash



Fonte: Google imagens

As fontes de luz LED são a nova tendência em fotopolimerização de esmaltes de gel, por causa de seu baixo consumo de energia, baixa produção de calor, vida útil mais longa, eliminação de mercúrio, e nenhuma produção de ozônio, eles são mais ecológicos e preferidos pelo usuário do que a tecnologia de cura UV. Em contraste com as fontes de mercúrio que cobrem uma ampla gama de espectro eletromagnético, fontes UV-LED fornecem uma saída de banda muito estreita (ULHOA et al., 2007).

De acordo com Kerai et al., (2016) as primeiras lâmpadas utilizadas para a cura UV de géis de unha foram lâmpadas de tubo fluorescente compacto (CFL) emitindo um espectro contínuo de UVA, com muito pouca ou nenhuma luz UVB e nenhuma luz UVC. Os picos de emissão para essas lâmpadas estavam em torno de 365-370 nm e exigiam um tempo de cura de um a três minutos devido à sua baixa intensidade. A

invenção dos LEDs permitiu a emissão de maior intensidade em faixas mais estreitas de UV, tornando a cura mais rápida e eficiente.

Os tempos de exposição com lâmpadas LED estão normalmente na faixa de 5 a 45 segundos. Os comprimentos de onda do LED disponíveis são 365-385nm e 395-405nm. As primeiras lâmpadas LED emitiam um pico de comprimento de onda de 405 nm e não eram capazes de curar géis duros (BRITO et al., 2018). Posteriormente, os LEDs que emitem a 365 nm tornaram-se mais baratos e foram adicionados às lâmpadas de unha UV para melhorar a eficiência da cura da superfície, aumentar o brilho da superfície e permitir a cura de géis. A Figura 7 mostra a cabine com lâmpadas LED utilizadas para a cura da unha em gel

Figura 7 – Cabine para Gel UV com lâmpadas LED



Fonte: Google imagens

Logo, em termos de reação química, quando o fotoiniciador é exposto ao comprimento de onda e intensidade de luz ultravioleta adequados, ele emite um fragmento de uma molécula chamada radical livre, onde este radical livre torna o gel instável, pois reage com as ligações duplas da resina. À medida que as ligações duplas se rompem, elas se combinam para criar o polímero que é conhecido como o realce de unhas de gel (que agora está de volta a um estado estável) (RUEGGEBERG et al., 2017).

Agnol et al., (2021) pontuam que a distância entre as lâmpadas e as unhas faz diferença na capacidade da luz de curar o gel. Em geral, toda vez que dobra a distância

entre a unha e uma fonte de luz, a intensidade cai 75%. Um prego de gel segurado a uma polegada de uma lâmpada ultravioleta recebe três vezes mais energia luminosa do que outra mantida a cinco centímetros de distância.

## PROPRIEDADES DO GEL

As composições são feitas sob medida para satisfazer a viscosidade e estabilidade certas antes da cura por UV e as propriedades mecânicas necessárias após a cura. Um gel UV de sucesso é o resultado de uma combinação de vários fatores: adesão à superfície da unha, que deve ser forte o suficiente para levantar; compromisso entre flexibilidade e rigidez, para evitar a delaminação devido ao estresse e suportar a deformação, proporcionando brilho e durabilidade (BRITO et al., 2018).

A viscosidade é essencial para a formulação antes da cura possibilitar o processo de aplicação com pincel. Os géis UV suaves requerem as viscosidades mais baixas, normalmente 1000-5000 mPas, com auto nivelamento evitando estrias. Os géis de escultura rígidos são muito mais espessos, com viscosidades entre 25.000 mPas e 70000 mPas (CHEN; DU; CHEN, 2019).

Durante a exposição aos raios ultravioleta, os usuários podem sentir um pico de calor devido à reação de polimerização exotérmica. Para evitar picos de calor aumentados e desconfortáveis acima de 70 graus Celsius, taxas de cura mais lentas são garantidas diminuindo a concentração de monômeros reativos, bem como a intensidade da luz, resultando em tempos de exposição mais longos (CHEN; DU; CHEN, 2019).

Os géis de modelagem rígidos devem ter um alto módulo de elasticidade para permitir extensões de unhas duráveis. A rigidez confere resistência ao desgaste e as fissuras são evitadas pela espessura do revestimento. Esses géis interagem fortemente com a superfície da unha e devem ser lixados na remoção. Pode ocorrer fratura de extensões e causar lesão nas unhas (BAYSAL; KALAV; KARAGÜZEL KAYAOGLU, 2019).

Os géis de imersão são mais finos e, portanto, devem ser flexíveis para evitar rachaduras e garantir a adesão. Os módulos de elasticidade transversal e longitudinal da haste foram determinados em 4,3 e 2,1 GPa, respectivamente. Para corresponder a esses valores, foi verificado que um módulo de elasticidade de ca. 700 MPa resulta em bom desgaste (SONG ET AL., 2019).

O alto brilho e retenção de brilho ao longo do tempo são duas características essenciais dos géis de unha UV. A microdureza da superfície do revestimento é um indicador da retenção do brilho ao longo do tempo. O nível de brilho é principalmente impulsionado pelo conteúdo de monômero, fotoiniciador, intensidade da luz UV e a taxa de conversão resultante. Enquanto as taxas de cura rápida favorecem alto brilho e durabilidade através alta taxa de conversão, taxas de cura mais lentas são essenciais para alcançar estabilidade e calor aceitáveis (SONG ET AL., 2019).

As camadas pegajosas são causadas pela extinção de oxigênio do fotoiniciador ativado e pela eliminação dos radicais de carbono, resultando em uma camada não curada na interface ar de revestimento. Esse fenômeno é favorecido pelos comprimentos de onda curtos (UVA), conhecidos por absorver próximo ao substrato, aliados a uma baixa intensidade de luz (HAO ET AL., 2017).

As camadas pegajosas são observadas para revestimentos superiores de gel macio que exibem um brilho de superfície inferior em comparação com revestimentos superiores de gel duro que geralmente são livres de aderência. O aumento da concentração de acrilatos resulta em uma camada livre de pegajosidade, pois o aumento do número de radicais de carbono neutraliza o efeito do oxigênio (HAO ET AL., 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ESTUDOS PUBLICADOS SOBRE O TEMA

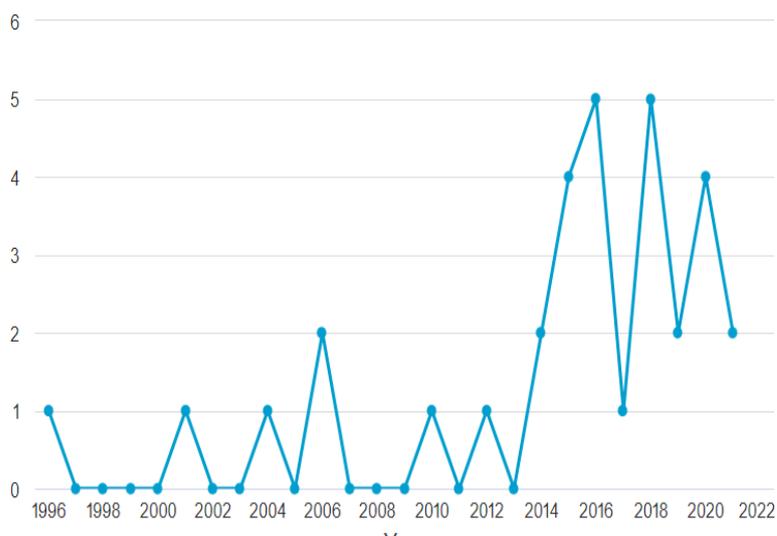
Primeiramente realizou-se uma análise geral no banco de dados Scopus e Pubmed com o intuito de verificar o fluxo de publicação que norteiam sobre o conteúdo, bem como verificar os países de origem desses documentos publicados.

A busca na base de dados Scopus foi realizada no dia 06/09/2021, com os termos de busca “Géis de unha UV (*UV NAIL GELS*) e Polímeros (*POLYMERS*)” nos campos título e palavras-chave, limitando o período de 1996 a 2021. O uso do \* serve para ampliar a quantidade de artigos recuperados com as variações dos termos. Então, a *string* de busca nas bases de dados foi:

**(TITLE-ABS-KEY (“UV NAIL GELS”) AND TITLE-ABS-KEY (POLYMERS\*))**

A busca retornou 1 artigo na Pubmed e 32 documentos na Scopus, que foram considerados para a análise bibliométrica e discussão do presente trabalho, sendo que a Figura 8 mostra a evolução das Publicações por ano.

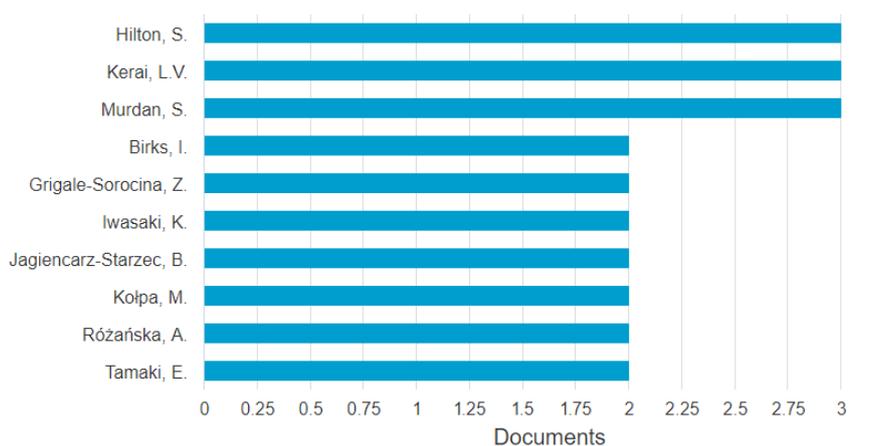
Figura 8 - Evolução das Publicações por ano na Base Scopus



Fonte: da autora, 2021

Observa-se que entre 2014 a 2018 a evolução das publicações apresenta uma tendência crescente totalizando 5 publicações, em seguida há uma queda brusca em 2020 chegando a 2 documentos publicados respectivamente. Essa análise mostra a importância de desenvolver estudos na área para colaborar com a comunidade acadêmica e científica. A Figura 9 apresenta o ranking dos autores dos documentos foram encontrados.

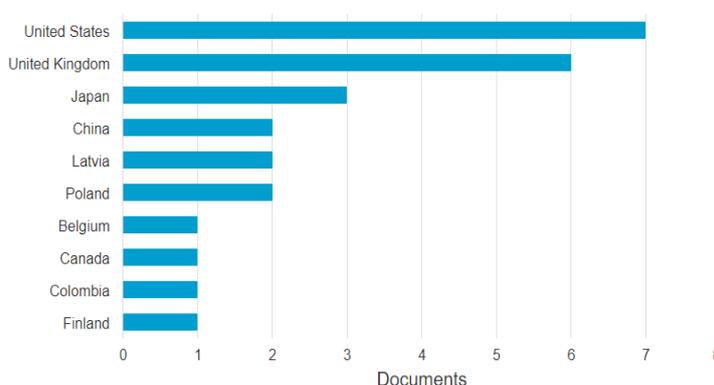
Figura 9 - Documentos por autor



Fonte: da autora, 2021

Nota-se três autores em destaque Hilton, Kerai e Murdan ambos com 3 artigos publicados sobre géis UV para unha. A Figura 10 mostra os países de origem dos documentos encontrados.

Figura 10 - País de origem dos artigos encontrados



Fonte: da autora, 2021

Os Estados Unidos (EUA) se destaca conforme mostra a Figura 10, como dito anteriormente (tópico 3) a ideia de usar a química do acrilato na indústria de unhas nasceu nos Estados Unidos na década de 1950 pelo Dr. Frederick Slack, desta forma o país continua liderando as pesquisas sobre acrilato na indústria de unhas.

## DISCUSSÃO SOBRE O TEMA ATRAVÉS DA SELEÇÃO DOS ARTIGOS ENCONTRADOS

A Tabela 1 apresenta os principais artigos selecionados para a discussão do presente estudo.

Tabela 1 – Artigos selecionados

Autores e Ano	Local de publicação/Título	Aplicação
<b>Grigale-Sorocina et al., 2015</b>	Additives in UV-activated urethane acrylate polymerization composite coatings. <b>Proceedings of the Estonian Academy of Sciences</b> , 2015, 64, 1S, 88–93	Nitrocelulose, butirato de acetato de celulose, benzoato de sacarose e sílica foram avaliados para determinar sua influência nas características do compósito não reagido
<b>Kerai et al., 2015</b>	UV-curable gels as topical nail medicines: In vivo residence, anti-fungal efficacy and influence of gel components on their properties. <b>International Journal of Pharmaceutics</b> . V. 514. Pg. 244–254, 2016.	Investigação sobre a durabilidade dos géis curáveis UV, três monômeros de metacrilato, metacrilato de etila, metacrilato de isobornila e metacrilato de 2-hidroxieta são selecionados.
<b>Joseph et al., 2016</b>	Closed traumatic finger tip injuries in patients with artificial nails: removal of UV gel and acrylic nails. <b>Correspondence/ American Journal of Emergency Medicine</b> 34 (2016) 307–337	Estudo sobre lesões nas pontas dos dedos em pacientes com unhas artificiais.
<b>Zareanshahrak et al., 2018.</b>	Green” UV -LED Gel Nail Polishes from Bio - Based Materials. <b>International Journal of Cosmetic Science</b> . 2018.	Desenvolvimento de dois protótipos de esmalte de gel curável UV-LED sustentáveis
<b>Ratycz et al., 2019</b>	Multiple Dorsal Hand Actinic Keratoses and Squamous Cell Carcinomas: A Unique Presentation following Extensive UV Nail Lamp Use. <b>Case Rep Dermatol</b> 2019; 11:286–291	Estudo de caso sobre o uso de lâmpadas de unhas ultravioleta frente ao risco de cinogênese
<b>Kalenge et al., 2020</b>	Skin Exposure to Acrylates in Nail Salons. <b>Annals of Work Exposures and Health</b> , 2020, 1–5.	Estudo sobre a potencial exposição da pele aos acrilatos entre técnicos de unhas em Toronto, Canadá
<b>Agnol et al., 2021</b>	UV-curable waterborne polyurethane coatings: A state-of-the-art and recent advances review. <b>Progress in Organic Coatings</b> 154 (2021) 106156	O estado da arte sobre os monômeros usados em UV-WPU, fotoiniciador, aplicações foram direcionadas aos UV-WPUs

Fonte: da autora, 2021

De acordo com a literatura científica levantada no presente estudo, os géis para unhas são revestimentos cosméticos aplicados por duas razões principais: primeiro, para

melhorar os aspectos estéticos das unhas e, em segundo lugar, para proteger e fortalecer superfície frágil da unha. Em virtude de sua natureza termoplástica, esmaltes convencionais normalmente têm baixa resistência a arranhões e lascam ou descascam da superfície da unha após 2-7 dias nos melhores casos, já os géis são uma classe específica de unhas que são capazes de reticulação sob radiação ultravioleta (UV) e, conseqüentemente demonstram propriedades melhoradas e maior durabilidade em comparação com unhas convencionais polimentos durabilidade (BRITO et al., 2018).

Zareanshahraki e Mannari (2018) explicam em seu artigo que o gel é aplicado diretamente nas unhas, com diferentes finalidades, como cobrindo as deformidades superficiais da unha e proporcionando uma base uniforme, fortalecendo a unha e melhorando a aderência da camada de polimento subsequente. Ao aplicar o gel *bonder* o mesmo está funcionando como um primer acrílico, o *bonder gel* tem a capacidade de se unir tanto à unha quanto a outros géis, tornando a lâmina ungueal mais compatível com o produto de realce conforme apresenta a Figura 11.

Figura 11 – Aplicação do bonder gel



Fonte: google imagens

De acordo com os autores Zareanshahraki e Mannari (2018) o metacrilato de metila (MMA) é um monômero usado na preparação de unhas acrílicas e revestimentos de unhas, incluindo esmaltes e produtos de gel para unhas. É um líquido à temperatura ambiente e se volatiliza rapidamente no ar. O MMA exhibe vários traços de risco à saúde e aparece em uma das 23 listas oficiais que compõem a Lista de Produtos Químicos

Candidatos nos regulamentos de Produto de Consumo Mais Seguro (SCP). As pessoas que usam produtos para unhas contendo MMA podem ser expostas e prejudicadas por MMA.

O processo de cura já apresentado neste trabalho no tópico 3.1 e 3.3 trata-se da utilização da luz UV para provocar a reação química necessária para tornar o gel estável formando um polímero. A reação de polimerização libera calor, conhecido em termos científicos como uma reação exotérmica, logo se o calor for tão intenso que cause dor ao cliente, a reação química ocorreu muito rapidamente. A incompatibilidade entre o gel e a luz do gel pode causar esse problema.

A luz ultravioleta não consegue penetrar profundamente na maioria das substâncias, incluindo os géis ultravioleta. A luz ultravioleta é normalmente absorvida pelas camadas superiores do gel ou pode até mesmo ser refletida. Quando camadas grossas de gel são aplicadas, elas não deixam a luz chegar à parte inferior, o que significa que não irá curar corretamente. É por isso que necessário aplicar em camadas finas, curando após cada uma. Após esse processo aplica-se o gel selante também utilizando a luz ultravioleta, este é um gel transparente ou colorido de fina viscosidade que protege o realce de lascas ou amarelecimento (PRADELA-FILHO et al., 2017).

Segundo Bednarczyk et al., (2017) na indústria de unhas na tecnologia de revestimento de unhas UV, os primers contém grupos de ácido constituem o primeiro tipo de promotor de adesão e incluem ácido metacrílico (30-100 % em peso da composição). Os primers “livres de ácido” constituem o segundo tipo e não contêm ácido metacrílico, mas (apesar de seu apelido) contêm ácidos; esses ácidos são, no entanto, menos corrosivos do que o ácido metacrílico.

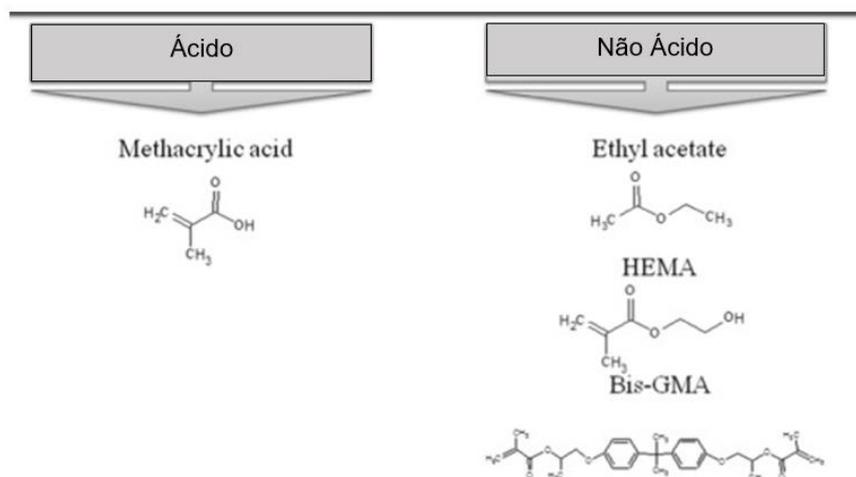
O mecanismo de ação do primer depende do tipo de produto, os primers à base de ácido funcionam como super desidratadores, gravando a lâmina ungueal e lavando as partículas lipídicas de sua superfície, no qual deixam a superfície da unha livre de umidade e óleo que podem inibir a adesão. Esses primers funcionam como pedaços microscópicos de lixa para deixar pequenos cantos e fendas na superfície natural da unha. A adesão do revestimento UV da unha à superfície da unha por esse revestimento é chamado de retenção mecânica. A modificação da superfície é um método comum usado na indústria de revestimentos para melhorar a adesão (BEDNARCZYK et al., 2017).

Além disso, Dominika et al., (2014) ressaltam os primers à base de ácido melhoram a adesão, criando ligações temporárias de hidrogênio entre o revestimento da unha e a placa ungueal (adesão físico-química) e ligações covalentes estáveis entre o primer e as moléculas do revestimento da unha. O ácido metacrílico, o principal componente dos primers à base de ácido, é altamente corrosivo para o tecido humano. A aplicação deste tipo de produto requer a precisão de um técnico de unhas experiente.

Já os primers não metacrílicos criam ligações covalentes e ligações temporárias de hidrogênio, assim como os primers ácidos. Além disso, os primers não ácidos causam uma mudança temporária no pH da unha natural (que geralmente é ligeiramente ácida) para torná-la mais próxima do pH do produto (altamente alcalino), essa mudança de pH ajuda o produto a aderir (DOMINIKA et al., 2014).

Os primers não ácidos são geralmente menos corrosivos do que os primers à base de ácido, e suas moléculas criam ligações covalentes entre o revestimento ungueal e a lâmina ungueal, bem como entre o primer e as moléculas do revestimento ungueal. A Figura 12 apresenta a estrutura química do primer ácido e do não ácido, já a Figura 13 apresenta os principais primers e seus componentes.

Figura 12 – Estrutura Química do Primer ácido e não ácido



Fonte: Adaptado de BEDNARCZYK et al., 2017.

Figura 13 – Principais primers citados na literatura científica e seus componentes

Nome	Componentes
Sem primer	-
Ácido metacrílico	Ácido metacrílico
EF Exclusive, à base de ácido	Ácido metacrílico
NSI, à base de ácido	Ácido metacrílico
Nail Design, à base de ácido	Ácido metacrílico, acetato de etila
EF Exclusive, não ácido	acetato de etila, 2,2-bis [ p-(2'-hidroxi-3'-metacriloxipropoxi) fenileno] propano (Bis-GMA), 2-hidroxietil acrilato (2-HEA)
NSI, não ácido	isopropanol, acetona, metacrilato polifuncional
Mistero Milano, não ácido	acetato de etila, isopropilideno fenil-bisoxi hidroxipropil metacrilato, 2-hidroxietil acrilato (2-HEA)

Fonte: Adaptado de BEDNARCZYK et al., 2017.

Em relação a riscos do uso da unha em gel, algumas pesquisas afirmam que a exposição a secadores de unhas UV, que em sua maioria irradiam UVA, é um fator de risco para desenvolvimento de câncer de pele, além disso o uso intenso do produto pode ocasionar lesões a unha graves conforme apresentado nos artigos de Joseph et al., 2016 e Ratycz; Lender e Gottwald (2019).

As caixas de luz usadas para curar o esmalte durante manicure com gel e para secar o esmalte de unha tradicional, levantaram alguma preocupação porque - como as camas de bronzamento - eles emitem radiação ultravioleta (UVA), que está associada a um maior risco de câncer. Um estudo de 2014 da *JAMA Dermatology* descobriu que o nível de exposição aos raios UVA associado a uma manicure com gel a cada duas semanas provavelmente não é alto o suficiente para aumentar significativamente o risco de câncer de pele, mas é bom estar ciente do problema.

Além disso segundo Doran (2016) lesões traumáticas na ponta do dedo são extremamente comuns em pessoas que fazem o uso da de gel UV, isso se deve a forma de remoção do gel inadequada. De acordo com a *Professional Beauty Association* e o *Nail Manufacturers Council on Safety*, a remoção adequada da unha de gel UV é necessária para evitar danificar a unha natural. A remoção correta envolve mergulhar a

unha em um solvente de acetona, que dissolve o adesivo e permite a remoção segura e atraumática das unhas de gel UV.

Doran (2016) diz que é fundamental dar tempo suficiente para que o solvente quebre as ligações adesivas à unha natural, de modo que seja evitada força excessiva na remoção da unha. Os fabricantes costumam recomendar um tempo específico para embeber a unha em acetona. É importante observar que geralmente esse é um tempo mínimo e pode ser inadequado. O tempo de imersão depende da espessura da unha, de sua composição e do grau de cura, e um tempo de imersão mais longo pode facilitar menos trauma durante a remoção no departamento de emergência (ED) ou clínica. Técnicas de raspagem ou de abertura forçadas podem danificar a placa natural, resultando em uma aparência de corrosão (Figura 14) (DORAN, 2016).

Figura 14 - Unha de acrílico removida e danificada



Fonte: Doran, 2016.

Doran (2016) em seu artigo pontua escassez de literatura revisada sobre técnicas de remoção de unha artificial e que as recomendações são pouco claras sobre o uso de removedores de unha à base de acetona no cenário de feridas abertas por exemplo. É importante ressaltar que a menos que especificamente instruído pelo fabricante de unhas, geralmente não é recomendado usar uma lima abrasiva para afinar a unha.

Neste sentido, o presente trabalho observou que a literatura científica apresenta lacunas e que ainda faltam estudos reais para serem preenchidas sobre os géis UV para

unhas, seus componentes e efeitos colaterais em relação ao uso excessivo, tornando assim uma motivação para continuar a pesquisar este assunto.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De modo geral, existe escassez da literatura científica sobre a evolução dos géis. Os géis UV tornaram-se intensificadores de unhas cada vez mais populares, eles não têm um cheiro tão forte quanto a mistura de acrílico e a polimerização ocorre rapidamente através da Radiação Ultravioleta. As reações químicas envolvidas foram apresentadas no presente trabalho. Além disso, observou-se que as extensões de gel têm um acabamento mais claro quando concluídas e não precisam ser polidas completamente.

O presente estudo aprofundou o conhecimento sobre os géis UV, onde o gel de imersão é feito principalmente de metacrilatos de uretano (ou acrilatos) e o fotoiniciador é o peróxido de benzoíla resultando em uma rede molecular estruturalmente forte conforme a reação apresentada na Figura 1 deste trabalho. A diferença entre os géis tradicionais para o de imersão é a rigidez e isso depende da ligação formada pelo polímero do produto, no qual os géis duros têm alta Temperatura de Transição Vítrea gerando uma maior densidade de reticulação, já os géis de imersão usam monômeros monofuncionais para uma densidade de reticulação mais baixa. Os compostos químicos estão representados na Figura 2.

Após compreender fundamentalmente a química do gel UV foi realizada uma pesquisa exploratória de dados para verificar os estudos sobre o assunto, constatando-se que não há dados precisos recentes disponíveis sobre o número de reações adversas relacionadas ao uso de produtos para os cuidados das unhas.

No entanto, foram selecionados alguns estudos que discutem sobre as complicações do uso da unha em gel, onde os problemas mais relatados são as lesões nas unhas. Além disso a exposição da radiação ultravioleta também foi apontada como uma preocupação para a saúde, já que a alta exposição aumenta o risco de câncer. A popularidade e a relevância da técnica são notórias, possuindo grande potencial para estimular um estudo mais aprofundado no futuro.

## **REFERÊNCIAS**

AGNOL, Lucas Dall. et al. UV-curable waterborne polyurethane coatings: A state-of-the-art and recent advances review. **Progress in Organic Coatings**. V.154, n.106156, 2021.

ALEXANDRE, Fernanda Antunes; FARIA, José de Assis Fonseca; CARDOSO, Claudio Fernandes. Avaliação da eficiência da radiação ultravioleta na esterilização de embalagens plásticas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1524-1530, set./out., 2008.

BAO, Fenfen; SHI, Wenfang. Synthesis and properties of hyperbranched polyurethane acrylate used for UV curing coatings. **Progress in Organic Coatings - PROG ORG COATING**. V.68. pg. 334-339, 2010. 10.1016/j.porgcoat.2010.03.002.

BRITO, Barbara Andrade Lisboa. Et al. Avaliação da variação de temperatura com uso de fontes externa: Revisão bibliográfica. **Id on Line Rev. Mult. Psic**. V.12, N. 42, p. 969-983, 2018 - ISSN 1981-1179.

BAYSAL, G., KALAV, B., KARAGÜZEL KAYAOĞLU, B. Colour and gloss properties of pigment-printed synthetic leather using an ultraviolet-curable water-borne polyurethane acrylate binder and two photoinitiators at different ratios. **Coloration Technology**. 2019. doi:10.1111/cote.12386.

BEDNARCZYK, P. et al. Primers used in UV-curable nail varnishes. **International Journal of Adhesion and Adhesives**. V.74. pg. 177-180. doi:10.1016/j.ijadhadh.2017.01.01

CHEN, Q., DU, X., CHEN, G. A green method of reducing silver nanoparticles based on bagasse pulp extract for preparing ultraviolet (UV)-curable conductive ink. **Journal of Vinyl and Additive Technology**. 2019. doi:10.1002/vnl.21718

DOWDY, J. C., SAYRE, R. M. Photobiological Safety Evaluation of UV Nail Lamps. **Photochemistry and Photobiology**. V. 89. N.4. pg. 961-967, 2013. doi:10.1111/php.12075.

DORAN, K. M. Homelessness and ED use: myths and facts. **The American Journal of Emergency Medicine**. V.34. n.2. pg.307. doi:10.1016/j.ajem.2015.10.001.

DOMINIKA S. et al. adhesion of acrylic pressure-sensitive adhesives on selected substrates versus their surface energies. **Int J Adhes Adhes**. V.49. pg.38-43.

GARCIA, E. et al. Evaluating a countybased healthy nail salon recognition program. **Am J Ind Med**. V. 58. Pg.193-202, 2015.

GRIGALE-SOROCINA, Zane. et al. Additives in UV-activated urethane acrylate polymerization composite coatings. **Proceedings of the Estonian Academy of Sciences**. v. 64. N.1S. pg.88-93, 2015.

HAO, N. et al. Morphology and mechanical properties of UV-curable castor oil-based waterborne polyurethane/organic montmorillonite nanocomposites. **Plastics, Rubber and Composites**. v. 46. N.8. pg. 346–354, 2017. doi:10.1080/14658011.2017.1356974

KALENGE, S. et al. Skin Exposure to Acrylates in Nail Salons. **Annals of Work Exposures and Health**. V.65. n.2. pg.162–166, 2020. doi:10.1093/annweh/wxaa063.

KERAI, L.V. et al. UV-curable gels as topical nail medicines: In vivo residence, antifungal efficacy and influence of gel components on their properties. **International Journal of Pharmaceutics**. V. 514. Pg. 244–254, 2016.

KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review , **Inf. Softw. Technol.**, 2009.

PRADELA-FILHO, L.A. et al. Nail polish and carbon powder: an attractive mixture to prepare paper-based electrodes. **Electrochimica acta**, v. 258, p. 786-792, 2017.

RATY CZ, Madison C; LENDER, Joyce A; GOTTWALD, Lorie D. Multiple Dorsal Hand Actinic Keratoses and Squamous Cell Carcinomas: A Unique Presentation following Extensive UV Nail Lamp Use. **Case Reports in Dermatology**. Pg. 286–291, 2019. doi:10.1159/000503273.

RUEGGERBERG, F. A. et al. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. **Brazilian Oral Research**, v. 31(suppl 1), 2017. doi:10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0061

SEBRAE. **Esmalterias: estética e cuidados para a saúde da unha**. Relatório SIS. 2020. Disponível em: <[https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/potencial-de-mercado/esmalterias-estetica-e-cuidados-para-saude-da-unha?utm\\_medium=conteudo&utm\\_source=blog&utm\\_campaign=20200130-sis-assessoria-esmalterias](https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/potencial-de-mercado/esmalterias-estetica-e-cuidados-para-saude-da-unha?utm_medium=conteudo&utm_source=blog&utm_campaign=20200130-sis-assessoria-esmalterias)>. Acesso em 05 de setembro de 2021.

SHI, S. et al. Activation of the sol -gel process by visible light -emitting diodes (LEDs) for the synthesis of inorganic films. **New J Chem**. V.39. n.7. pg.5686 –93, 2015.

SANTOS, Talía Simões. et al. Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. **Eng Sanit Ambient**. v.20 n.4. pg. 595-602, 2015.

SONG, S.C. et al. Synthesis and properties of waterborne polyurethane acrylates using reactive silicone, **Mol. Cryst. Liq. Cryst**. V. 688. Pg. 7–13, 2019. <https://doi.org/10.1080/15421406.2019.1651062>

ULHOA, M. P. M. et al. Comparação da influência entre tempos de polimerização em resinas compostas polimerizadas com LED e Luz Incandescente. **Polímeros**. V.17. n.3, pg. 258–262. doi:10.1590/s0104-142820070003000

ZAREANSHAKRAKI, F., MANNARI, V. “Green” UV-LED Gel Nail Polishes from Bio-Based Materials. **International Journal of Cosmetic Science**. 2018. doi:10.1111/ics.12497.

WANG, Le. et al. Ecofriendly fabrication of ultrathin colorful fibers via a UV-assisted solventless electrospinning. **The Royal Society of Chemistry**. V.00, pg. 1-15, 2016.