REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

# INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO E DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO NO RENDIMENTO DE PRODUÇÃO NA FABRICAÇÃO DE LENTES DE POLICARBONATO

## INFLUENCE OF VARNISH PROPERTIES AND PROCESS VARIABLES ON PRODUCTION YIELD IN POLYCARBONATE LENS MANUFACTURING

Engenharias • 14/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794437004

Fernanda Lúcia Caldas Maciel[1]

Arley Silva Rossi[2]

**RESUMO**

A fabricação de lentes de policarbonato requereu rigoroso controle das etapas de revestimento, devido à influência dos vernizes na qualidade final e no rendimento produtivo. Diferenças nas propriedades físico-químicas dos materiais puderam resultar em variações de desempenho mesmo sob condições operacionais equivalentes. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar a influência das propriedades de dois vernizes e das variáveis operacionais no rendimento produtivo da fabricação de lentes de policarbonato. Para isso, foram avaliados parâmetros de processo, informações técnicas dos vernizes e dados históricos da produção, buscando relacionar as propriedades dos materiais aos indicadores de rendimento. A análise permitiu identificar fatores associados às diferenças de desempenho e oportunidades de otimização do processo. Os resultados demonstraram que o Verniz A apresentou melhor desempenho após a implementação da filtração antes da aplicação, alcançando rendimento médio de 96,97%, em comparação aos 90,45% de testes anteriores, evidenciando a contribuição da filtração para a melhoria do rendimento produtivo.

**Palavras-chave:** Policarbonato; Vernizes; Rendimento produtivo; Otimização de processos.

**ABSTRACT**

Polycarbonate lens manufacturing requires strict control of the coating stages due to the influence of varnishes on final product quality and production yield. Differences in the physicochemical properties of these materials may result in variations in performance even under equivalent operating conditions. Thus, this study aimed to analyze the influence of the properties of two varnishes and operational variables on production yield in polycarbonate lens manufacturing. For this purpose, process parameters, technical

information on the varnishes, and historical production data were evaluated to relate material properties to yield indicators. The analysis allowed the identification of factors associated with performance differences and opportunities for process optimization. The results demonstrated that Varnish A achieved improved performance after the implementation of filtration prior to application, reaching an average yield of 96.97%, compared with 90.45% observed previous tests, highlighting the contribution of filtration to the improvement of production yield.
**Keywords:** Polycarbonate lenses; Coating varnish; Production yield; Process optimization.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o emprego de materiais poliméricos tem crescido significativamente em diversos setores industriais, impulsionado pela necessidade de materiais que aliem elevado desempenho mecânico, baixo peso e facilidade de processamento. Em muitas aplicações, os polímeros passaram a substituir materiais tradicionais, como vidro e metais, devido às suas propriedades físico-químicas e ao menor custo de fabricação. Entre esses materiais, o policarbonato destaca-se por sua elevada transparência óptica, resistência ao impacto e estabilidade dimensional, características que favorecem sua ampla utilização na fabricação de lentes ópticas, equipamentos de proteção, componentes automotivos e dispositivos eletrônicos (Callister; Rethwisch, 2018; Canevarolo Junior, 2010).

Apesar das vantagens apresentadas pelo policarbonato, sua superfície possui baixa resistência à abrasão quando comparada ao vidro, tornando necessária a aplicação de revestimentos protetores

capazes de aumentar sua durabilidade e preservar suas propriedades ópticas. Nesse contexto, os vernizes desempenham papel fundamental na qualidade final das lentes, uma vez que conferem maior resistência superficial, favorecem a aderência do revestimento e contribuem para o desempenho do processo produtivo. Segundo Lambourne e Strivens (1999), propriedades como viscosidade, teor de sólidos, capacidade de formação de filme e tempo de secagem são determinantes para a qualidade do acabamento e para a eficiência da aplicação dos revestimentos. Além das características intrínsecas dos vernizes, fatores operacionais, como método de aplicação, tempo de secagem e condições ambientais, também podem afetar a uniformidade do filme formado, comprometendo a aderência do revestimento e, consequentemente, o rendimento produtivo.

Na fabricação industrial de lentes ópticas, a etapa de aplicação dos revestimentos exige controle das condições operacionais para garantir a uniformidade e a qualidade superficial dos produtos. Variações durante essa etapa podem resultar em características inadequadas do filme aplicado, ocasionando não conformidades que comprometem a aprovação das lentes. Rungwasantisuk e Raibhu (2015), ao investigarem a aplicação de revestimentos sobre substratos de policarbonato, demonstraram que variáveis como viscosidade, pressão de alimentação e velocidade de aplicação influenciam características do revestimento e a ocorrência de defeitos. Dessa forma, o controle dos parâmetros de aplicação torna-se fundamental não apenas para assegurar a qualidade do revestimento, mas também para minimizar perdas e manter a eficiência do processo produtivo.

Além disso, a escolha do material utilizado no revestimento deve considerar sua compatibilidade com as condições de processamento. Diferenças nas propriedades físico-químicas dos vernizes podem influenciar seu comportamento durante a aplicação e a formação do filme, exigindo ajustes específicos nos parâmetros operacionais para alcançar resultados satisfatórios. Segundo Lambourne e Strivens (1999), o comportamento reológico dos revestimentos exerce influência sobre seu escoamento, transferência e nivelamento durante a aplicação. Nesse sentido, a avaliação conjunta das características dos materiais e das condições de processo permite compreender melhor as variações de desempenho observadas na produção, contribuindo para a identificação de oportunidades de melhoria e para a redução de perdas industriais.

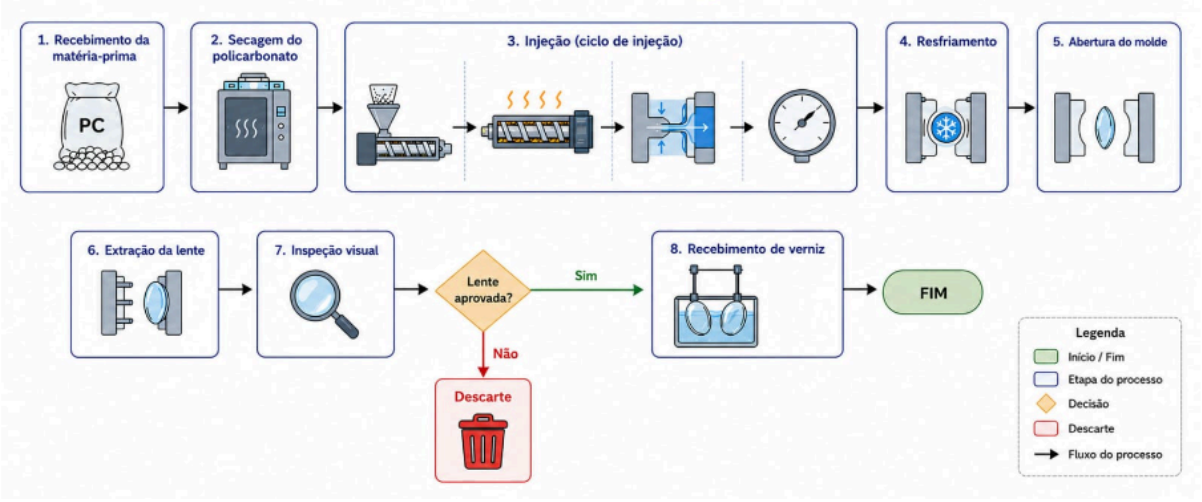
Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a influência das propriedades de diferentes vernizes e das variáveis de processo no rendimento produtivo da fabricação de lentes de policarbonato, utilizando dados históricos de um processo industrial.

## METODOLOGIA

O processo de fabricação de lentes de policarbonato envolve uma sequência de etapas destinadas à transformação da matéria-prima em lentes com características adequadas de qualidade óptica e dimensional. Conforme apresentado na Figura 1, o processo inicia-se com o recebimento da matéria-prima, constituída por policarbonato (PC), que posteriormente será submetido à secagem em silos com sistema de contínuo de passagem de ar quente, para redução da umidade presente no material. Essa etapa é importante para evitar a presença de umidade durante o processamento, que pode

comprometer as características do produto moldado. Após a secagem, o policarbonato é direcionado ao processo de injeção, no qual o material é aquecido e plastificado no equipamento de injeção e, posteriormente, conduzido para a cavidade do molde, onde adquire a geometria da lente.

**Figura 1.** Fluxograma do processo de fabricação de lentes policarbonato




**Fonte:** Autora, 2026.

Após a injeção, o molde passa por uma etapa de resfriamento, permitindo a solidificação do policarbonato e a estabilização da peça. Em seguida, ocorre a abertura do molde e a extração da lente, que é encaminhada para a inspeção visual. Nessa etapa, são verificadas as condições da lente e identificados possíveis defeitos que possam comprometer sua utilização. As peças aprovadas seguem para as etapas posteriores de acabamento e aplicação dos revestimentos, enquanto aquelas que apresentam características fora dos critérios estabelecidos são destinadas ao descarte. A etapa de aplicação dos revestimentos possui importância fundamental para o desempenho final das lentes, uma vez que os revestimentos contribuem para a proteção da superfície e para o atendimento aos requisitos de qualidade do produto. Nesse contexto, o desempenho

dos vernizes e sua interação com as condições operacionais de aplicação constituem o foco deste estudo.

Conforme apresentado na Tabela 1, o Verniz A apresenta valores superiores de viscosidade e teor de sólidos em comparação ao Verniz B. Essas diferenças nas propriedades dos materiais podem influenciar seu comportamento durante a aplicação e a formação do filme de revestimento, sendo consideradas na interpretação das diferenças de rendimento observadas ao longo dos testes.

**Tabela 1.** Propriedades físico-químicas dos vernizes avaliados

| Propriedade | Verniz A | Verniz B |
|---|---|---|
| Viscosidade (cps) | 10 | 5 |
| Teor de Sólidos (%) | 31 | 29 |

**Fonte:** Autora, 2026

Durante o acompanhamento da produção, observou-se que dois vernizes utilizados para a fabricação de lentes de policarbonato apresentavam comportamentos distintos em relação ao rendimento produtivo, mesmo sendo aplicados sob condições operacionais semelhantes e utilizando os mesmos insumos. Enquanto o Verniz B apresentava desempenho em torno de 97%, o Verniz A registrava índices de rendimento inferiores de 80%, indicando a necessidade de investigação das possíveis causas dessa diferença.

Diante desse cenário, foram realizados testes de otimização com o objetivo de melhorar o desempenho do Verniz A por meio de alterações controladas em parâmetros específicos do processo, mantendo-se inalteradas as demais condições operacionais. O

Verniz B foi mantido como referência, uma vez que já apresentava rendimento compatível com os padrões estabelecidos pela empresa. Dessa forma, buscou-se avaliar se as modificações implementadas seriam capazes de aumentar o rendimento produtivo e reduzir as perdas observadas durante o processo de fabricação.

**Alterações realizadas nos parâmetros operacionais**

As modificações consistiram no aumento da temperatura do primeiro forno de 80 °C para 85 °C, no aumento de um intervalo de 10 segundos com a bomba parada e na implementação da etapa de filtração do verniz antes da aplicação. Os demais parâmetros operacionais foram mantidos constantes, permitindo avaliar a influência dessas alterações sobre o desempenho do processo.

A Tabela 2 apresenta a comparação entre os parâmetros operacionais adotados antes e após a implementação das modificações. As alterações concentraram-se em parâmetros previamente identificados como potenciais influenciadores da qualidade da aplicação do verniz, enquanto os demais permaneceram constantes para evitar interferências na análise dos resultados.

**Tabela 2.** Antes x Depois das alterações dos parâmetros operacionais

| Parâmetros de Máquina | Verniz A (antes) | Verniz A (depois) |
|---|---|---|
| **Forno 1** | 80 °C | 85 °C |
| **Forno 2-5** | 100 °C | 100 °C |
| **Tempo de Gotejamento** | 10s | 10s |

| | | |
|---|---|---|
| **Bomba Parada** | 0s | 10s |
| **Filtração** | N | S |

**Fonte:** Autora, 2026.

**Apresentação dos testes realizados**

Após a definição das alterações nos parâmetros operacionais, foram conduzidos testes em diferentes lotes de produção com o objetivo de avaliar o comportamento do rendimento produtivo do Verniz A. Os testes foram implementados de forma sequencial, permitindo verificar a influência individual e combinada das modificações realizadas sobre o desempenho do processo. A Tabela 3 apresenta a sequência dos testes realizados durante o processo de otimização, bem como as alterações introduzidas em cada etapa da avaliação.

**Tabela 3.** Testes envolvendo parâmetro de máquina

| Testes | Descrição do teste | Objetivo |
|---|---|---|
| Teste 1 | Tempo de gotejamento em 10s e bomba parada em 0s | Condição Inicial |
| Teste 1* | Teste 1 + filtração do Verniz A | Avaliar influência da filtração |
| Teste 2 | Tempo de gotejamento e bomba parada em 10s | Avaliar estabilização do fluxo |
| Teste 3 | Cálculos para ajuste de fluxo da bomba | Adequar filtração do verniz |
| Teste 3* | Teste 3 com filtração do Verniz A | Avaliar efeito combinado |
| Teste 4 | Parâmetros do Verniz B no Verniz A | Comparar com condição de referência |

**Fonte:** Autora, 2026.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO PRODUTIVO

A avaliação do rendimento produtivo foi realizada por meio da análise do aproveitamento industrial, calculado para cada lote produzido sob as diferentes condições experimentais. Com o objetivo de sintetizar os resultados obtidos. A Tabela 4 apresenta o número de lotes avaliados, o rendimento médio, os valores mínimo e máximo de rendimento, bem como o desvio-padrão observado em cada condição de teste.

**Tabela 4.** Estatística descritiva do rendimento produtivo para cada condição experimental.

| Condição Experimental | Alterações Implementadas | Yield Médio (%) | Yield Mínimo (%) | Yield Máximo (%) | Desv Padrão |
|---|---|---|---|---|---|
| Teste 1 | Tempo de gostejamento em 10s e bomba parada em 0s | 90,45% | 71,10% | 98,01% | 7,130 |
| Teste 1* | Teste 1 + | 96,97% | 96,02% | 97,44% | 0,020 |

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: https://revistatopicos.com.br/artigos/influencia-das-propriedades-do-revestimento-e-das-variaveis-de-processo-no-rendimento-de-producao-na-fabricacao-de-lentes-de-policarbonato?noblockage

**Fonte:** Autora, 2026.

Conforme apresentado na Tabela 4, o Teste 1, correspondente à condição inicial do processo, que por sua vez apresentou rendimento médio de 90,45%, sendo o menor valor entre todos os testes avaliados. Além disso, esse teste apresentou a maior dispersão dos resultados, com rendimento variando entre 71,10% e 98,01%, evidenciando elevada variabilidade do processo nas condições operacionais originalmente utilizadas.

Após a implementação da etapa de filtragem prévia do verniz A, para os mesmos parâmetros do teste 1, observou-se aumento do rendimento médio para 96,97%, acompanhado pela redução da variabilidade entre os lotes produzidos. Esse comportamento indica que a filtração contribuiu para maior estabilidade do processo, provavelmente pela remoção de partículas ou impurezas capazes de comprometer a formação do revestimento.

No Teste 2, caracterizado pela alteração do tempo de bomba parada para 10 segundos, foi obtido o maior rendimento médio entre todos os testes (97,81%), com valores variando entre 96,36% e 99,05%. Além do aumento do rendimento, verificou-se também a baixa dispersão dos resultados, refletida pelo menor desvio-padrão, indicando maior repetibilidade e estabilidade operacional.

Já o Teste 3, realizado após alterações relacionadas ao fluxo da bomba de aplicação, apresentou rendimento médio de 92,53%. Embora esse valor permaneça superior ao obtido na condição inicial, observou-se maior dispersão entre os lotes produzidos, com rendimentos variando de 78,51% a 97,52%, sugerindo que essa

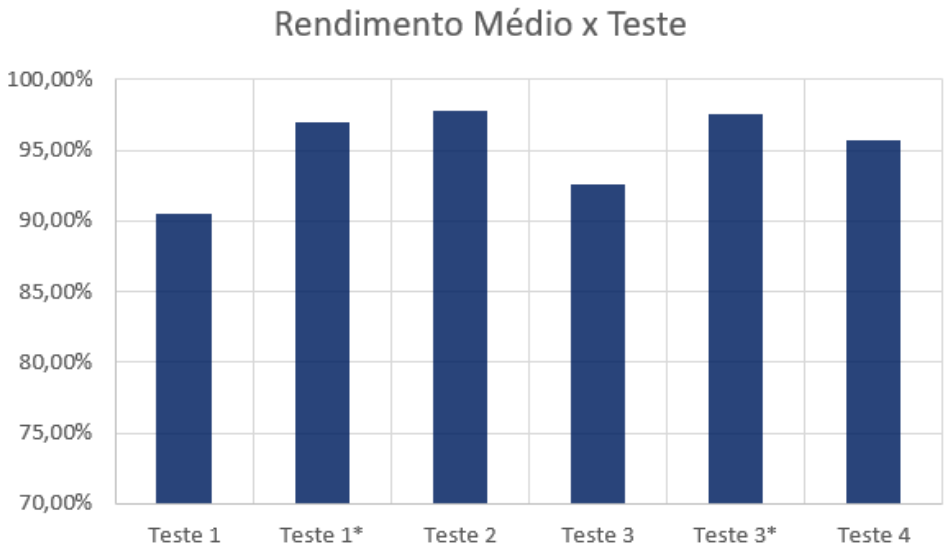
modificação, quando aplicada isoladamente, não proporcionou o mesmo desempenho observado nas demais condições.

Quando a etapa de filtração prévia foi associada aos parâmetros do teste 3, o rendimento médio voltou a aumentar, atingindo 97,56%, além da obtenção do maior rendimento individual observado durante o estudo (100%). Esse resultado evidencia que a combinação entre os ajustes operacionais e a filtração do verniz favoreceu o desempenho do processo, reduzindo perdas e aumentando sua eficiência.

Por fim, o Teste 4, realizado utilizando no Verniz A os parâmetros originalmente empregados para o Verniz B, apresentou rendimento médio de 95,72%, valor superior ao observado na condição inicial do processo, porém inferior aos obtidos nos Testes 2 e 3*. Esse comportamento sugere que a simples adoção dos parâmetros operacionais do Verniz B não foi suficiente para reproduzir os melhores resultados obtidos anteriormente, indicando que o desempenho do processo também está relacionado às características intrínsecas do verniz utilizado.

A Figura 2 apresenta, de forma resumida, a evolução do rendimento médio obtido ao longo dos testes realizados, permitindo visualizar o impacto das alterações implementadas sobre o desempenho do processo.

**Figura 2.** Rendimento médio obtido em cada condição experimental.




**Fonte:** Autora, 2026.

Observa-se, na Figura 2, que todas as modificações implementadas resultaram em rendimentos médios superiores ao obtido na condição inicial do processo. Os maiores valores foram registrados nos Testes 2 e 3*, ambos com rendimento médio superior a 97%, evidenciando que as alterações relacionadas ao tempo de bomba parada e à filtração do verniz exerceram influência positiva sobre o desempenho produtivo. Em contrapartida, o Teste 3 apresentou redução do rendimento médio em relação aos testes anteriores, indicando que os ajustes de fluxo, quando aplicados isoladamente, não produziram ganhos equivalentes.

De forma geral, os resultados demonstram que a otimização dos parâmetros operacionais contribuiu significativamente para o aumento do rendimento produtivo, reforçando a importância da avaliação conjunta das condições de processo e das propriedades dos vernizes empregados na fabricação de lentes de policarbonato.

Conforme apresentado na Tabela 5, o Verniz A apresenta viscosidade de 10 e teor de sólidos de 31%, enquanto o Verniz B apresentou viscosidade de 5 e teor de sólidos de 29%. Essas diferenças

evidenciam que os materiais possuem características distintas, capazes de influenciar seu comportamento durante a aplicação e a formação do revestimento.

## DISCUSSÃO SOBRE AS ALTERAÇÕES DOS PARÂMETROS OPERACIONAIS

Os resultados obtidos demonstraram que as alterações implementadas nos parâmetros operacionais influenciaram diretamente o rendimento produtivo do processo de aplicação do verniz. Entretanto, os ganhos observados não podem ser atribuídos exclusivamente às modificações realizadas, uma vez que o desempenho dos revestimentos também depende das propriedades físico-químicas dos materiais empregados. Dessa forma, esta seção discute os principais parâmetros alterados durante o estudo, relacionando os resultados experimentais com fundamentos descritos na literatura.

### Temperatura do 1° Forno Pré - Cura

Uma das alterações realizadas durante o processo de otimização foi o aumento da temperatura do primeiro forno de secagem de 80 °C para 85 °C. Embora essa modificação seja relativamente pequena, variações na temperatura de secagem podem influenciam significativamente a formação do filme de revestimento, a evaporação dos solventes e o processo de cura do verniz.

Segundo Lambourne e Strivens (1999), a temperatura exerce influência direta sobre a cinética de secagem dos revestimentos, afetando a velocidade de evaporação dos solventes, a formação do filme e a qualidade superficial do revestimento. Temperaturas insuficientes podem resultar em secagem incompleta, enquanto

temperaturas excessivas podem provocar tensões internas ou defeitos superficiais.

No presente estudo, a elevação da temperatura foi mantida dentro da faixa operacional recomendada para o processo, sendo observada melhora do rendimento produtivo quando associada às demais alterações implementadas. Esse comportamento sugere que o aumento da temperatura favoreceu a estabilização do revestimento durante a etapa inicial de secagem.

**Tempo de Bomba Parada**

Outra modificação implementada se deu pelo aumento do tempo de bomba parada de 0 para 10 segundos durante a etapa de mergulho das lentes no verniz. Esse intervalo permite maior estabilização do fluxo do revestimento antes do reinício da aplicação, reduzindo oscilações de vazão e favorecendo uma deposição mais uniforme sobre a superfície das lentes.

Em processos de aplicação de revestimentos líquidos, a estabilidade do fluxo é fundamental para garantir uniformidade de espessura do filme, minimizar defeitos superficiais e reduzir perdas durante o processo de aplicação (Lambourne; Strivens, 1999).

Observou-se que os maiores rendimentos produtivos foram obtidos nos testes em que o tempo de bomba parada foi ajustado para 10 segundos, indicando que essa alteração, em conjunto com as demais modificações implementadas, contribuiu para a melhoria do desempenho do processo.

**Filtração**

A implementação da etapa de filtração do Verniz A representou uma das alterações que mais contribuíram para o aumento do rendimento produtivo observado neste estudo.

A filtração tem como principal objetivo remover partículas sólidas, impurezas e possíveis aglomerados presentes no verniz antes de sua aplicação. A presença desses contaminantes pode comprometer a uniformidade do revestimento, favorecer o aparecimento de defeitos superficiais e aumentar a taxa de rejeição das lentes produzidas.

De acordo com Lambourne e Strivens (1999), a presença de partículas em sistemas de revestimento pode provocar imperfeições na formação do filme, reduzindo a qualidade superficial e comprometendo o desempenho do revestimento. Dessa forma, a filtração constitui uma prática amplamente empregada para garantir maior estabilidade do processo e uniformidade da aplicação.

Os resultados obtidos corroboram esse comportamento, uma vez que os testes realizados após a implementação da filtração apresentaram aumento do rendimento médio e redução da variabilidade entre os lotes analisados.

## INFLUÊNCIA DA PROPRIEDADE DOS VERNIZES

A eficiência do processo de aplicação de revestimentos não depende exclusivamente das condições operacionais, sendo também influenciada pelas propriedades físico-químicas dos vernizes utilizados. Entre essas propriedades, destacam-se a viscosidade e o teor de sólidos, que afetam diretamente o escoamento do material, a formação do filme e a qualidade do revestimento obtido. Dessa forma, a análise dessas características

torna-se fundamental para compreender as diferenças de rendimento observadas entre os vernizes avaliados.

A viscosidade é uma das propriedades mais relevantes em processos de revestimento, pois controla o escoamento do verniz sobre o substrato e a uniformidade do filme formado. Vernizes com viscosidade mais elevada tendem a formar camadas mais espessas e apresentam menor tendência ao escorrimento, enquanto materiais com viscosidade muito baixa podem favorecer a formação de filmes menos uniformes, aumentando a ocorrência de defeitos superficiais quando as condições de aplicação não são adequadamente ajustadas. Segundo Lambourne e Strivens (1999), a viscosidade deve ser compatível com o método de aplicação empregado para garantir estabilidade do processo e qualidade do revestimento.

Além da viscosidade, o teor de sólidos exerce influência direta sobre a espessura do filme seco e sobre o rendimento do revestimento. Em geral, vernizes com maior teor de sólidos depositam maior quantidade de material sobre a superfície para um mesmo volume aplicado, reduzindo a quantidade de solventes evaporados durante a secagem e favorecendo maior eficiência de cobertura. De acordo com Wicks et al. (2020), essa propriedade está diretamente relacionada ao desempenho dos revestimentos, influenciando a formação do filme, a produtividade e o consumo de material.

Embora o Verniz A apresente valores superiores de viscosidade e teor de sólidos em relação ao Verniz B, os resultados obtidos ao longo deste estudo demonstraram que a otimização dos parâmetros operacionais foi capaz de elevar significativamente seu rendimento produtivo. Após os ajustes realizados, especialmente aqueles

relacionados ao tempo de bomba parada e à filtração do verniz, o rendimento médio passou de 90,45% na condição inicial para valores superiores a 97%, valor que atende o processo.

Esses resultados indicam que as propriedades dos vernizes exercem influência sobre o rendimento produtivo, porém seu efeito deve ser analisado em conjunto com as condições operacionais adotadas. Em outras palavras, um verniz com características físico-químicas distintas pode apresentar desempenho satisfatório quando os parâmetros de aplicação são adequadamente ajustados às suas propriedades. Dessa forma, observa-se que a otimização do processo não depende apenas da seleção do material, mas também da compatibilidade entre as características do verniz e as condições de operação empregadas.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que as alterações implementadas nos parâmetros operacionais promoveram aumento significativo do rendimento produtivo na fabricação de lentes de policarbonato. O rendimento médio passou de 90,45%, na condição inicial, para valores superiores a 97% nos Testes 2 e 3*, indicando que a otimização do processo contribuiu para a redução de perdas e para o aumento da estabilidade operacional. Além disso, observou-se redução da variabilidade entre os lotes produzidos, evidenciando maior repetibilidade das condições de operação.

Entre as modificações realizadas, destacaram-se o ajuste do tempo de bomba parada para 10 segundos e a implementação da etapa de filtração do Verniz A, que apresentaram os melhores resultados quando analisados em conjunto. A literatura aponta que a

estabilidade do fluxo de aplicação e a remoção de partículas presentes no revestimento favorecem a formação uniforme do filme, reduzindo defeitos superficiais e contribuindo para maior eficiência do processo (Lambourne; Strivens, 1999; Wicks et al., 2020). Os resultados obtidos neste estudo corroboram essas observações, evidenciando a importância dessas alterações para o aumento do rendimento produtivo.

A comparação entre os vernizes demonstrou que suas propriedades físico-químicas também exerceram influência sobre o desempenho do processo. O Verniz A apresentou maior viscosidade e maior teor de sólidos em relação ao Verniz B, características que afetam seu comportamento durante a aplicação e a formação do revestimento. Entretanto, verificou-se que, após a adequação dos parâmetros operacionais às características desse material, seu rendimento aumentou significativamente, indicando que o desempenho do processo depende da compatibilidade entre as propriedades do verniz e as condições de aplicação.

Dessa forma, os resultados permitem concluir que nem o verniz nem os parâmetros operacionais atuam de forma isolada na determinação do rendimento produtivo. O desempenho observado resulta da interação entre as propriedades dos materiais e as condições de processamento, evidenciando que a utilização dos mesmos parâmetros para vernizes com características distintas pode não proporcionar os melhores resultados. Esse aspecto reforça a necessidade de ajustar as condições operacionais às particularidades de cada revestimento empregado.

Sob o ponto de vista industrial, este estudo demonstra que a análise conjunta das propriedades dos vernizes e das variáveis operacionais

constitui uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência produtiva e reduzir perdas na fabricação de lentes de policarbonato. Além de contribuir para a compreensão dos fatores que influenciam o rendimento do processo, os resultados fornecem subsídios técnicos para a otimização das condições de aplicação de revestimentos em ambientes industriais, podendo servir como referência para estudos futuros envolvendo outros materiais e condições de processamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


CALLISTER JUNIOR, William D.; RETHWISCH, David G. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V. Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. 3. ed. São Paulo: Artliber, 2010. 280 p.

CHARITIDIS, C. A. et al. Optical and nanomechanical study of anti-scratch layers on polycarbonate lenses. *Superlattices and Microstructures*, v. 36, n. 1-3, p. 171-179, 2004. DOI: 10.1016/j.spmi.2004.08.015.

LAMBOURNE, Robert; STRIVENS, Tony (ed.). Paint and Surface Coatings: Theory and Practice. 2. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 1999.

RHODES, J. M. et al. Rheology parameters controlling spray atomization and roll misting behavior of waterborne coatings. *Progress in Organic Coatings*, 2001.

RUNGWASANTISUK, A.; RAIBHU, S. Spray coating process variable and property analysis of UV-curable polyurethane acrylate coating on polycarbonate substrate. Progress in Organic Coatings, v. 89, p. 132–142, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2015.08.010.

WICKS, Zeno W.; JONES, Frank N.; PAPPAS, S. Peter; WICKS, Douglas A. Organic Coatings: Science and Technology. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020.

---

[1] Universidade Federal do Amazonas. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-9524-4781

[2] ORCID: https://orcid.org/0009-0000-4844-4477