

**DESENVOLVIMENTO DE PASTA ABRASIVA PARA POLIMENTO DE
GEMAS CORADAS COM Al_2O_3**
**DEVELOPMENT OF AN Al_2O_3 -BASED ABRASIVE PASTE FOR POLISHING
COLORED GEMSTONES**

Raquel Paschoal Brum

Aluno de Graduação da Engenharia de Minas 4º período
Instituto Federal do Espírito Santo
Período PIBITI/CETEM: fevereiro de 2026 a julho de 2026
raquelpaschoalbrum@gmail.com

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

Orientador, Geólogo, D.Sc.
leolysil@cetem.gov.br

Thiago Motta Bolonini

Coorientador, Geólogo, D.Sc.
thiago.bolonini@ufes.br

RESUMO

O polimento de gemas coradas é etapa essencial do beneficiamento mineral, pois determina o brilho, o acabamento e a qualidade óptica das superfícies. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar pastas abrasivas à base de óxido de alumínio (Al_2O_3), combinadas a diferentes agentes aglutinantes, para aplicação no polimento de topázio. A amostra foi inicialmente caracterizada por peso específico, polariscopia, mesa de luz, fluorescência sob radiação ultravioleta e espectroscopia Raman, visando confirmar suas propriedades gemológicas. Posteriormente, foram preparadas formulações distintas de pastas abrasivas, variando a proporção entre fluido aglutinante e abrasivo. As pastas foram aplicadas às amostras, e a eficiência do processo foi avaliada pela rugosidade superficial antes e após o polimento, medida com rugosímetro TR200. Os resultados indicaram redução da rugosidade após o uso das formulações, demonstrando que a composição da pasta influencia diretamente o acabamento do topázio. A formulação F2P6, composta por glicerina e 90% de fluido para 10% de Al_2O_3 , apresentou o melhor desempenho, com variação de R_a de $0,27 \mu\text{m}$ e redução de 0,73%. Assim, as pastas desenvolvidas mostram potencial para otimizar o polimento de gemas coradas.

Palavras-chave: Topázio; óxido de alumínio; pasta abrasiva; polimento; rugosidade superficial.

ABSTRACT

The polishing of colored gemstones is an essential stage in mineral beneficiation, as it determines surface luster, finish, and optical quality. This study aimed to develop and evaluate aluminum oxide (Al_2O_3)-based abrasive pastes combined with different binding agents for application in topaz polishing. The sample was first characterized through specific gravity determination, polariscopy, light-table inspection, ultraviolet fluorescence analysis, and Raman spectroscopy, in order to confirm its gemological properties. Subsequently, distinct abrasive paste formulations were prepared by varying the proportion between binding fluid and abrasive material. The pastes were applied to the samples, and polishing efficiency was assessed by comparing surface roughness before and after treatment, using a TR200 roughness tester. The results showed a reduction in roughness after application of the formulations, demonstrating that paste composition directly affects the final surface quality of topaz. Among the evaluated formulations, F2P6, composed of glycerin and a 90% fluid to 10% Al_2O_3 ratio, exhibited the best performance, with an R_a variation of $0.27 \mu\text{m}$ and a roughness reduction of 0.73%. Therefore, the developed abrasive pastes present significant potential for optimizing the polishing of colored gemstones and improving surface finishing in gemological applications, especially when formulation parameters are carefully controlled and adjusted.

Keywords: Topaz; aluminum oxide; abrasive paste; polishing; surface roughness.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se mundialmente pela diversidade de gemas coradas, com papel relevante no mercado internacional. Contudo, o valor agregado desses materiais depende do beneficiamento, sobretudo da lapidação e do polimento, que conferem brilho, transparência e acabamento superficial às gemas (ANM, 2025).

No polimento, o resultado depende das propriedades da gema, do abrasivo e dos parâmetros operacionais. Essas interações, estudadas pela Tribologia, envolvem atrito, desgaste e lubrificação, sendo afetadas por dureza, orientação cristalográfica, granulometria, tempo de contato e rotação do disco (SILVEIRA; BOLONINI, 2016).

Entre os abrasivos da lapidação, destaca-se o óxido de alumínio (Al_2O_3), por sua dureza, estabilidade química e menor custo em relação às pastas diamantadas. Porém, a falta de especificações comerciais sobre composição e pureza dificulta a padronização do polimento e pode favorecer riscos superficiais. Também é relevante o preparo da pasta abrasiva. Na prática, muitos lapidários misturam Al_2O_3 e água empiricamente, sem proporções definidas, o que favorece perdas do abrasivo pela força centrífuga do disco. Assim, outros aglutinantes podem melhorar a aderência da pasta e o desempenho do polimento.

Nesse contexto, este trabalho testa proporções de fluido aglutinante e Al_2O_3 para obter uma pasta abrasiva adequada ao polimento de cristais de topázio.

2. OBJETIVOS

Testar diferentes proporções de fluido aglutinante e óxido de alumínio (Al_2O_3) para a produção de uma pasta abrasiva ideal voltada ao polimento de cristais de topázio.

3. METODOLOGIA

O pó de óxido de alumínio (Al_2O_3), usado como abrasivo, foi caracterizado por Difração de Raios X (DRX) para identificar fases cristalinas, verificar pureza e confirmar sua adequação estrutural às formulações. Utilizaram-se corpos de prova cilíndricos de topázio gemológico, com 5 mm de diâmetro, previamente desbastados com abrasivo 600 grit para iniciar o polimento sob mesmas condições superficiais.

Antes do polimento, a rugosidade média (R_a) de cada corpo de prova foi medida com rugosímetro portátil TR200, estabelecendo a linha de base. As pastas foram formuladas com óxido de alumínio e fluido aglutinante, variando os componentes de 10 em 10%, de 10% de óxido e 90% de fluido até 90% de óxido e 10% de fluido. Foram testados óleo mineral (F1), glicerina (F2), vaselina sólida (F3) e vaselina líquida (F4).

Os corpos de prova de topázio de 5 mm foram polidos sob parâmetros operacionais controlados, aplicando-se cada formulação percentual ao disco de lapidação. As etapas de desgaste ocorreram em facetadora Lapidart, com rotação fixa, até expor toda a área da amostra ao abrasivo e permitir o polimento completo. As amostras foram identificadas por códigos alfanuméricos, como F1P1, em que “F1” indica óleo mineral e “P1” corresponde a 90% de óxido de alumínio e 10% de fluido.

Após cada polimento, a rugosidade média (R_a) foi novamente medida com o TR200 para quantificar a eficiência das pastas pela redução percentual de R_a em relação à condição pós-600 grit. Também se avaliou a espalhabilidade das proporções sobre disco de latão, usado em gemas de alta dureza. Para isso, aplicaram-se cinco pontos de pasta e realizou-se espalhamento manual; formulações sem espalhamento adequado foram descartadas. Os dados foram tratados pela variação da rugosidade média R_a em μm e pela taxa de redução da rugosidade em %.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do material abrasivo por difração de raios X identificou a predominância da amostra OAL-RQ como α -Al₂O₃, estrutura coríndon, pertencente ao sistema trigonal e ao grupo espacial R $\bar{3}c$. A referência adotada foi o padrão PDF 00-046-1212, associado ao banco Powder Diffraction File do ICDD (ICDD, 2026) e compatível com dados cristalográficos disponíveis no Crystallography Open Database (CRYSTALLOGRAPHY OPEN DATABASE, 2026), bem como com estudos comparativos de padrões de α -Al₂O₃ apresentados por Ida (2023). A eficiência do polimento foi avaliada pela determinação da rugosidade superficial dos corpos de prova de topázio utilizando o rugosímetro TR200, com medições realizadas antes e após a aplicação das pastas. A tabela 01 mostra os resultados obtidos para as proporções e fluidos testados. A comparação dos valores permitiu avaliar quantitativamente a alteração do acabamento superficial promovida pelas diferentes formulações (Gráficos das figuras 01 e 02).

De maneira geral, a redução dos valores de rugosidade após o polimento indica a eficiência das pastas na remoção das irregularidades superficiais do topázio. As diferenças observadas entre as formulações podem estar relacionadas à proporção entre Al₂O₃ e o fluido aglutinante, uma vez que a quantidade de abrasivo disponível e as características de espalhabilidade e aderência da pasta podem interferir diretamente na interação entre o abrasivo, o disco e a superfície da gema. A análise conjunta da rugosidade e do comportamento das pastas permite identificar as condições mais favoráveis ao acabamento superficial do topázio.

A proporção que provocou a maior variação da rugosidade média (0,27 μ m) foi a P6 (com 40% de óxido de alumínio) conjugada ao uso do fluido F2 (Glicerina). Como são variáveis interdependentes e diretamente proporcionais, a taxa de redução de rugosidade também foi a mais elevada nesse caso (0,73%), ou seja, foi a melhor configuração de proporção versus fluido.

Tabela 1: Resultados de rugosidade, sua variação e taxa de redução da rugosidade para as proporções testadas.

Nº	Código	Ra após lixa #600 (μ m)	Ra após polimento (μ m)	Δ Ra (μ m)	Redução (%)	Observações
1	F1P1	0,303	-	-	-	NFPE
2	F1P2	0,376	-	-	-	NFPE
3	F1P3	0,378	-	-	-	NFPE
4	F1P4	0,344	-	-	-	NFPE
5	F1P5	0,389	0,146	0,243	0,624678663	-
6	F1P6	0,341	0,143	0,198	0,580645161	-
7	F1P7	0,355	0,163	0,192	0,54084507	-
8	F1P8	0,329	0,241	0,088	0,267477204	-
9	F1P9	0,373	0,267	0,106	0,284182306	-
10	F2P1	0,368	-	-	-	NFPE
11	F2P2	0,368	-	-	-	NFPE
12	F2P3	0,359	-	-	-	NFPE
13	F2P4	0,332	0,311	0,021	0,063253012	-
14	F2P5	0,373	0,184	0,189	0,506702413	-
15	F2P6	0,368	0,098	0,27	0,733695652	-
16	F2P7	0,312	0,239	0,073	0,233974359	-
17	F2P8	0,343	0,244	0,099	0,288629738	-
18	F2P9	0,331	0,304	0,027	0,081570997	-
19	F3P1	0,359	-	-	-	NFPE
20	F3P2	0,365	-	-	-	NFPE

Tabela 1: Resultados de rugosidade, sua variação e taxa de redução da rugosidade para as proporções testadas. (Continuação).

Nº	Código	Ra após lixa #600 (µm)	Ra após polimento (µm)	ΔRa (µm)	Redução (%)	Observações
21	F3P3	0,325	-	-	-	NFPE
22	F3P4	0,324	0,278	0,046	0,141975309	-
23	F3P5	0,368	0,266	0,102	0,277173913	-
24	F3P6	0,378	0,318	0,06	0,158730159	-
25	F3P7	0,34	0,266	0,074	0,217647059	-
26	F3P8	0,358	0,277	0,081	0,226256983	-
27	F3P9	0,342	0,225	0,117	0,342105263	-
28	F4P1	0,328	-	-	-	NFPE
29	F4P2	0,307	-	-	-	NFPE
30	F4P3	0,392	-	-	-	NFPE
31	F4P4	0,338	0,164	0,174	0,514792899	-
32	F4P5	0,302	0,157	0,145	0,48013245	-
33	F4P6	0,326	0,099	0,227	0,696319018	-
34	F4P7	0,371	0,174	0,197	0,530997305	-
35	F4P8	0,301	0,141	0,16	0,531561462	-
36	F4P9	0,397	0,241	0,156	0,392947103	-



Figura 1: Gráfico rugosidade média versus fluidos e proporções.



Figura 2: Gráfico de percentual de redução da rugosidade média versus fluidos e proporções.

5. CONCLUSÕES

Os resultados confirmaram que o tipo de fluido aglutinante e a proporção entre fluido e óxido de alumínio influenciaram o desempenho das pastas abrasivas no polimento do topázio. As formulações sem espalhabilidade adequada foram descartadas, indicando que a boa distribuição da pasta sobre o disco de latão é essencial para a eficiência do processo.

A caracterização por Difração de Raios X (DRX) confirmou a predominância da fase $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, com estrutura coríndon, validando o material como abrasivo e sua adequação às formulações. A avaliação com o rugosímetro TR200 mostrou redução da rugosidade nas formulações aplicáveis, comprovando a eficácia das pastas. A formulação F2P6, com glicerina na proporção P6, apresentou o melhor desempenho, com variação de rugosidade média de $0,27\text{ }\mu\text{m}$ e redução de $0,73$, equivalente a $73,37\%$, destacando-se como a condição mais promissora para o polimento de gemas coradas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica. Agradecem também ao IFES pelo suporte institucional e estrutural durante o desenvolvimento deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANM - Agência Nacional de Mineração. Relatório Anual do Setor Mineral. Brasília, 2025.

CRYSTALLOGRAPHY OPEN DATABASE. Crystallography Open Database. Disponível em: <https://qiserver.ugr.es/cod/>. Acesso em: 30 jul. 2026.

ICDD – INTERNATIONAL CENTRE FOR DIFFRACTION DATA. Powder Diffraction File™ Search. Disponível em: <https://www.icdd.com/pdfsearch/>. Acesso em: 30 jul. 2026.

IDA, Takashi. Powder diffraction intensities of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ calculated by traditional & DFT calculations. Melbourne: IUCr Congress, 2023. Disponível em: <http://www.crl.nitech.ac.jp/~ida/topics/2023/20230827IUCr.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2026.

SILVEIRA, L. L. L.; BOLONINI, T. M. Fundamentos de Tribologia e Lapidação de Gemas. Vitória: Editora Acadêmica, 2016.