

# AVALIAÇÃO DA VIDA DE FERRAMENTAS DE USINAGEM APLICADAS AO TORNEAMENTO DA LIGA INCONEL 713C



**Heitor Souza Chaves, Prof. Dr. Amauri Hassui**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA – UNICAMP**  
 Departamento de Engenharia de Fabricação



Agência Financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

**Palavras-chave:** Usinagem – Inconel – Vida de Ferramenta

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a vida de ferramentas de usinagem aplicadas ao torneamento da superliga Inconel 713C.

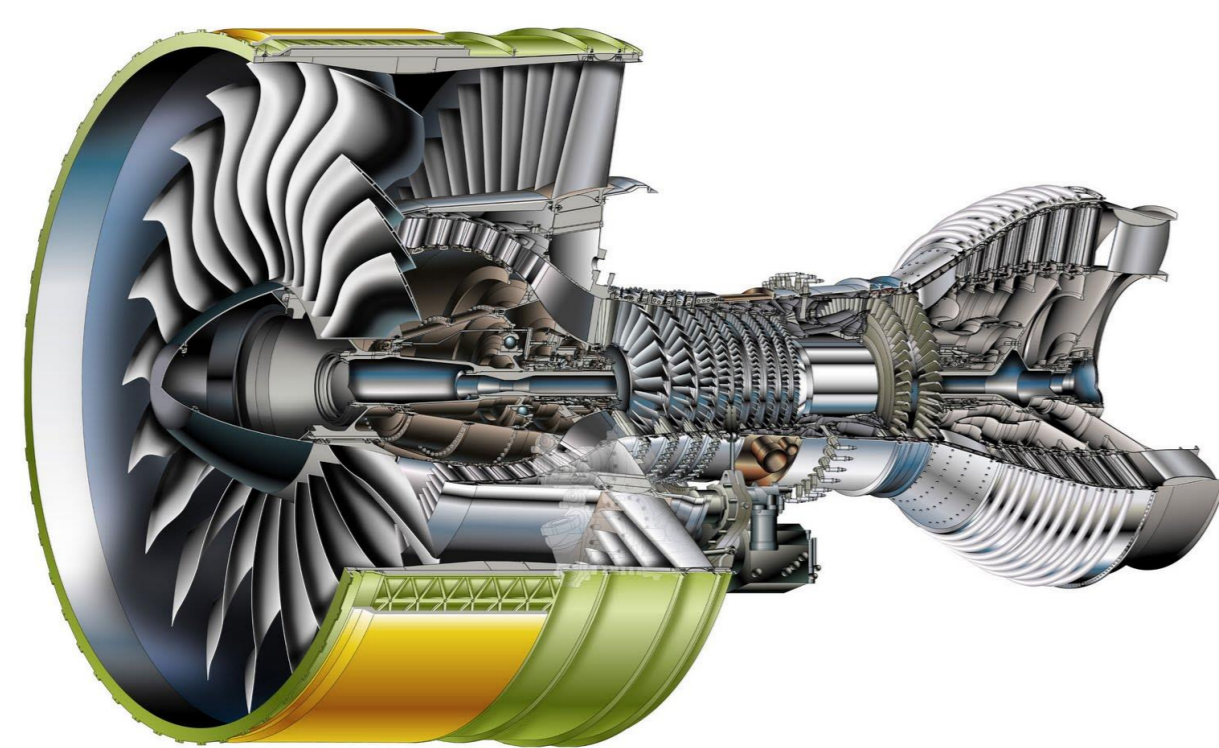
O Inconel 713C é um material que apresenta o Níquel como principal elemento em sua composição. A combinação do alto teor deste elemento com a estrutura específica desse material faz com que sua usinabilidade seja extremamente baixa. As principais aplicações desse material ocorrem em ambientes agressivos e com grande solitação térmica e mecânica em função de algumas de suas características, tais como:

- Alta resistência mecânica
- Alta resistência à corrosão
- Alta resistência à fadiga
- Manutenção das propriedades em temperaturas elevadas

No entanto, as mesmas características que tornam esse material tão atrativo, impõem uma série de dificuldades para sua usinagem. Assim, são raras as condições que propiciam vida de ferramenta maior que 10 minutos.

**Tabela 1 – Composição do Inconel 713C**

| Liga        | Ni  | Cr    | Mo   | Nb | Al   | C     | B      | Zr   |
|-------------|-----|-------|------|----|------|-------|--------|------|
| <b>713C</b> | 74% | 12,5% | 4,2% | 2% | 0,8% | 0,12% | 0,012% | 0,1% |



**Figura 1 – Exemplo de aplicação do Inconel em turbinas aeronáuticas.**

## 2. METODOLOGIA

A atual pesquisa possui um caráter fortemente experimental. Foram realizados testes com diferentes ferramentas e parâmetros de corte a fim de determinar a melhor configuração para a usinagem do Inconel 713C segundo os critérios tempo de corte e volume de cavaco removido.

Foram selecionadas ferramentas de dois materiais diferentes: Metal Duro e Cerâmica. Entre as ferramentas de metal duro, avaliou-se os parâmetros raio de ponta e geometria do quebra-cavaco. Já nas ferramentas cerâmicas, foi testada a influência da velocidade de corte e da utilização de fluido de corte.

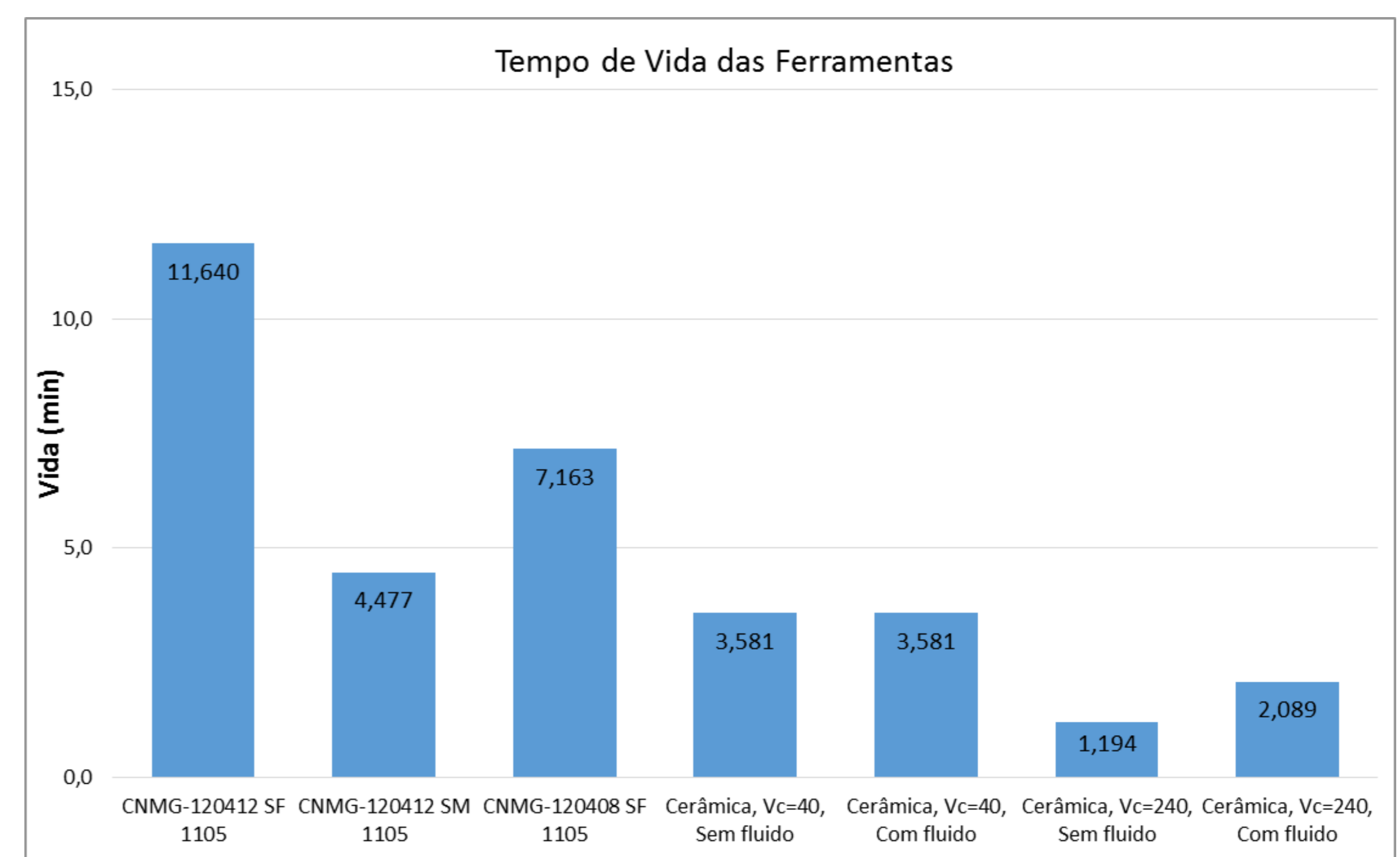
O procedimento experimental consistiu basicamente em torner o diâmetro externo de cilindros de Inconel e, a cada passe, medir o desgaste de flanco da ferramenta. Então, repetia-se o processo até que fosse atingido o final de vida da ferramenta, determinado em  $V_{B,max}=0,5$  mm.

**Tabela 2 – Ferramentas utilizadas e suas principais características**

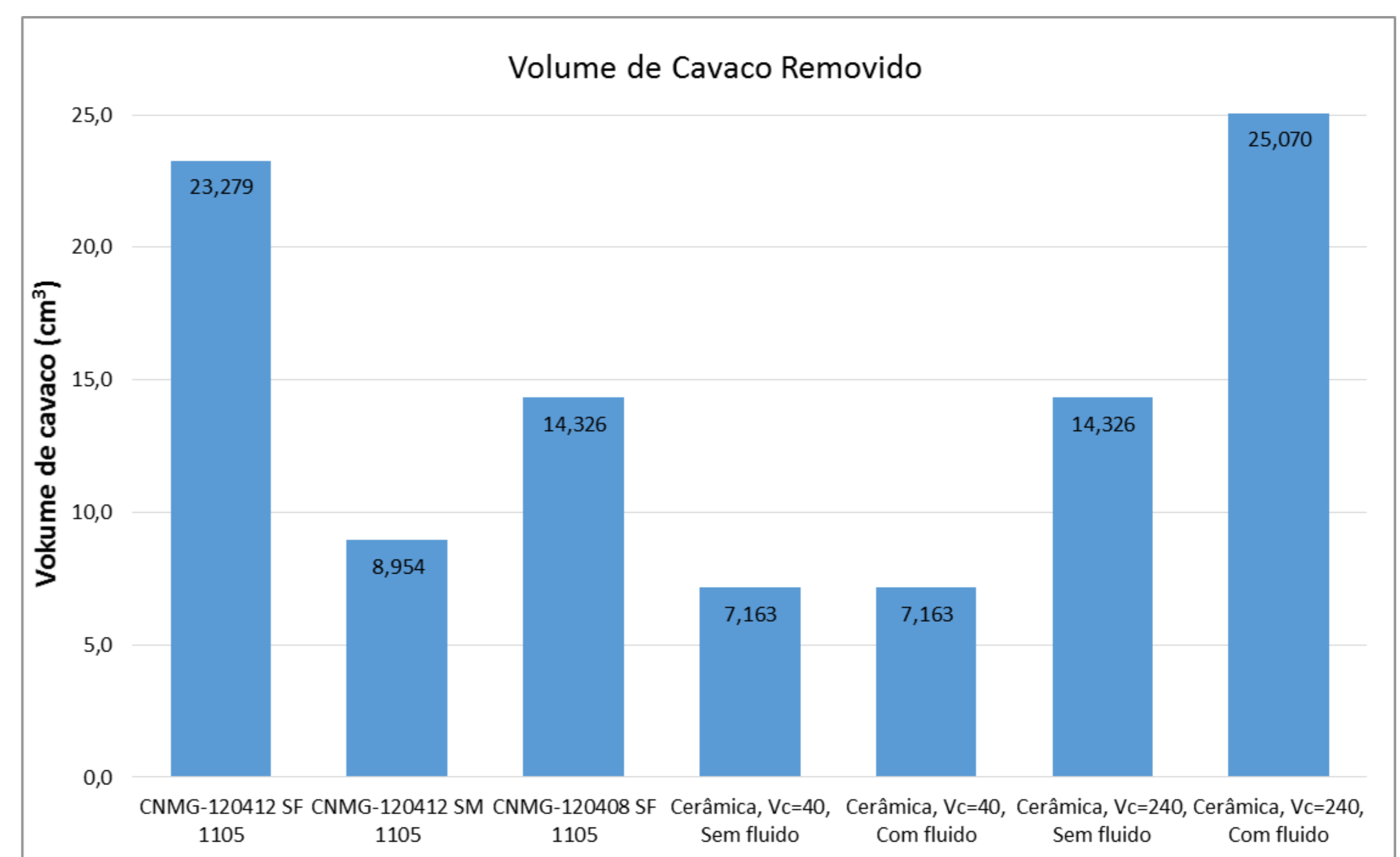
| Ferramenta           | Metal duro          |                     |                     | Cerâmica           |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                      | CNMG-120412 SF 1105 | CNMG-120412 SM 1105 | CNMG-120408 SF 1105 | CNGN-120412 E 6065 |
| <b>Quebra-cavaco</b> | SF                  | SM                  | SF                  | -                  |
| <b>Raio de ponta</b> | 1,2                 | 1,2                 | 0,8                 | 1,2                |
| <b>Classe</b>        | 1105                | 1105                | 1105                | 6065               |

## 3. RESULTADOS

A realização do ensaios forneceu os resultados mostrados nas figuras abaixo.



**Figura 2 – Vida das Ferramentas Testadas**



**Figura 3 – Volume de Cavaco Removido pelas Ferramentas Testadas**

Como pode ser observado, a ferramenta que obteve a maior vida foi a ferramenta de Metal Duro com raio de ponta 1,2 mm e quebra-cavaco do tipo SF. Por outro lado, apesar de ter apresentado uma vida menor, a configuração que proporcionou a maior retirada de cavaco foi a utilização da ferramenta cerâmica com alta velocidade de corte e aplicação de fluido.

## 4. CONCLUSÃO

A análise dos dados coletados permite concluir que a melhor opção para torneamento de Inconel 713C é a utilização a ferramenta cerâmica com a velocidade de corte alta e com a utilização de fluido de corte. Essa configuração proporcionou praticamente o mesmo volume de cavaco retirado se comparado com a melhor ferramenta de metal duro, porém o tempo de corte necessário para tal é cerca de 5,6 vezes maior para a ferramenta de metal duro em comparação com a ferramenta cerâmica nas condições de melhor desempenho.

Além disso, através da análise do desgaste de flanco das ferramentas verificou-se o modo falha mais observado foi o entalhe. Esse fato já era esperado, visto o alto poder de encruamento do Inconel, característica que faz com que sua superfície seja endurecida durante o torneamento e, assim, provoque um maior desgaste na porção final do contato peça-ferramenta.