

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA EM CENTROS DE USINAGEM CNC: estudo
comparativo entre os modelos Romi D1250 e D600**
**PRODUCTION EFFICIENCY IN CNC MACHINING CENTERS: a comparative
study between the Romi D1250 and D600 models**

Patrícia Aparecida Martins¹, João Mário Mendes de Freitas²

¹Centro Universitário do Sul de Minas, Três Pontas, Minas Gerais,
patricia.martins@alunos.unis.edu.br,

²Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, Minas Gerais,
joao.freitas@professor.unis.edu.br,

1 INTRODUÇÃO

A indústria metalúrgica tem na usinagem Comando Numérico Computadorizado (CNC) um dos principais processos para fabricação de peças com precisão e qualidade. Nesse contexto, a busca por maior produtividade e redução de custos está diretamente associada à escolha adequada dos equipamentos e ao planejamento dos processos de fabricação. Assim, avaliar a eficiência de diferentes centros de usinagem é essencial para compreender como os recursos disponíveis impactam a produtividade e a competitividade no setor industrial.

Diversos modelos de centros de usinagem CNC estão disponíveis no mercado, cada um com características próprias em termos de dimensões, potência e capacidade produtiva. Entre eles, destacam-se os modelos Romi D1250 e D600, que embora semelhantes em conceito, apresentam diferenças técnicas capazes de influenciar diretamente o tempo de ciclo, o aproveitamento dos recursos e a eficiência do processo. A análise comparativa entre esses equipamentos, aplicada a uma peça de referência, permite identificar qual apresenta melhor desempenho em condições reais de produção.

Este estudo busca avaliar a eficiência produtiva entre os centros de usinagem Romi D1250 e D600, utilizando ferramentas da qualidade como suporte para a análise,

organização e interpretação dos dados coletados. Ao unir a revisão teórica dos equipamentos, com a observação prática no chão de fábrica, que seja possível padronizar a gestão de produção de peças mais compatíveis com cada equipamento afim de reduzir os custos operacionais devido ao aumento do tempo produtivo e à melhor utilização dos recursos disponíveis.

Mas de que forma a diferença entre os centros de usinagem Romi D1250 e D600 impacta a eficiência produtiva na fabricação de peças?

Afim de responder essa pergunta, esse trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência produtiva dos centros de usinagem Romi D1250 e D600 na fabricação de peças, visando identificar diferenças no tempo de ciclo, tempo de troca de ferramentas e rendimento do processo. Além disso, pretende-se atingir os objetivos específicos que incluem revisar a literatura sobre usinagem CNC, identificar parâmetros dos centros de usinagem, coletar dados de produção e aplicar ferramentas da qualidade para análise. Comparar resultados e propor recomendações para otimização e redução de custos. A pesquisa justifica-se pela relevância da usinagem CNC na indústria metalúrgica, sendo essencial para a produção de peças precisas e de qualidade. A escolha do centro de usinagem afeta diretamente a eficiência, os custos e o planejamento de produção. O estudo analisa comparativamente dois modelos de centros de usinagem, o Romi D1250 e o Romi D600, usando dados reais de desempenho. O projeto visa contribuir para a formação acadêmica e a gestão do setor, buscando reduzir custos e aumentar a produção ao avaliar o desempenho dos equipamentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Usinagem CNC: conceitos fundamentais

A tecnologia de Comando Numérico Computadorizado (CNC) trouxe avanços importantes para o setor de usinagem, permitindo a automação de operações complexas com alto nível de precisão e repetibilidade. Diferentemente do método tradicional, em que o operador interpreta os desenhos, prepara a máquina e executa manualmente as operações, no CNC todo o processo é programado e executado pela própria máquina. O profissional passa a atuar principalmente na preparação do processo, na definição de ferramentas e parâmetros, além do acompanhamento e reporte dos resultados. Essa

mudança reduz a dependência da intervenção humana direta, melhora a produtividade e padroniza a execução das tarefas (Fracaro, 2017).

Segundo Volpato (2006, apud Fracaro, 2017), o CNC pode ser definido, de forma simplificada, como um sistema de controle capaz de receber uma informação numérica e transmiti-la em forma de comando à máquina, de modo que esta realize operações em uma sequência determinada, “sem” intervenção do operador.

2.2 Características Técnicas dos Centros de Usinagem Romi D1250 e D600

A análise comparativa entre centros de usinagem exige a apresentação de suas principais características técnicas, pois esses dados permitem compreender como aspectos construtivos e operacionais influenciam o desempenho produtivo, os tempos de ciclo e a adequação às diferentes demandas de fabricação (Ivanović et al., 2021). A linha Romi D Nova Geração foi desenvolvida para atender a uma ampla gama de aplicações, combinando alta rigidez, precisão e produtividade. Segundo o fabricante, todas as máquinas passam por inspeções com sistemas laser e ball bar, garantindo precisão geométrica, estabilidade térmica e estruturas dimensionadas por elementos finitos (Romi, 2024). A partir das diferenças visuais entre os modelos, é possível destacar suas principais especificações técnicas, apresentadas na Tabela 1, que permite uma análise mais detalhada das diferenças entre os centros de usinagem Romi D600 e Romi D1250.

Tabela 1 – Especificações técnicas dos modelos ROMI D 600 e ROMI D 1250.

Especificações Técnicas		ROMI D 600	ROMI D 1250
Faixa de Velocidades (10.000 rpm)	rpm	10 a 10.000	10 a 10.000
Avanço rápido (eixos X / Y / Z)	m/min	30	40
Avanço de corte programável	m/min	20	20
Curso da mesa superior (eixo X)	mm	600	1.270
Curso da mesa inferior (eixo Y)	mm	610	610
Curso do cabeçote (eixo Z)	mm	640	640
Distância entre nariz do eixo-árvore e mesa	mm	110 a 750	110 a 750
Largura das ranhuras x distância	mm	18 x 89	18 x 89
Peso Admissível (uniforme distribuído)	kg	900	1.400
Tipo do Trocador de ferramentas		carrossel	Braço
Capacidade de ferramentas	un	20	30/48
Diâmetro máximo da ferramenta	mm	100	75
Diâmetro máximo da ferramenta	mm	200	127

Comprimento máximo da ferramenta	mm	254	300
Peso máximo admissível no magazine	kg	68	150 / 240
Tempo de troca de ferramenta (ferramenta a ferramenta)	s	4,0	3,2 / 3,3
Potência total instalada	kVA	30	35

Fonte: ROMI (2024).

2.2.1 Diferenças construtivas e operacionais

Os modelos possuem algumas diferenças de maior relevância para a escolha do equipamento ideal para a fabricação. Dentre elas, tem-se o curso do eixo, que indica a distância máxima que a ferramenta pode se mover em cada direção, e as dimensões da mesa. O D1250 apresenta um curso no eixo X de 1.270 mm e mesa de 1.320 × 560 mm, valores bem superiores comparados aos do D600 (600 mm de curso no eixo X e mesa de 914 × 560 mm). Essas características permitem a usinagem de peças de maior porte ou a fixação de múltiplas peças, o que melhora as condições para fabricar determinados tipos de peças (Romi, 2024).

Outro ponto importante é a velocidade de avanço, que está diretamente ligada o tempo de deslocamento não produtivo entre operações. O D1250 possui avanço rápido de 40 m/min, enquanto o D600 apresenta 30 m/min (Romi, 2024). Segundo Diniz, Marcondes e Coppini (2018), avanços rápidos mais elevados contribuem para a redução de tempos secundários, melhorando o tempo total de ciclo, principalmente em programações com longos deslocamentos ou grandes números de trocas de posição do ferramental.

A capacidade do magazine de ferramentas e o tempo de troca também variam entre os modelos. O D1250 possui magazine para 30 ferramentas e tempo de troca de 3,2 s, enquanto o D600 possui magazine para 20 ferramentas e tempo de troca de 4 s (Romi, 2024). De acordo com Volpato (2014), o aumento da capacidade do magazine e a redução no tempo de troca aumentam a autonomia da máquina, diminuindo a frequência de setups e interrupções no ciclo produtivo da peça.

É importante destacar dentro da usinagem CNC, a potência do spindle, definida como à quantidade de energia que o motor do fuso pode fornecer para girar a ferramenta de corte. Quanto maior a potência, maior a capacidade de remover material sem perda de velocidade ou estabilidade, sendo de grande importância em cortes com grande profundidade ou em materiais mais resistentes (Smith, 2012).

Todas essas diferenças técnicas demonstram que a escolha entre um modelo compacto, como o D600, e um modelo de maior porte, como o D1250, envolve não apenas o tamanho das peças, mas sim o volume de produção, número de operações por ciclo e o nível de automação desejado (Volpato, 2014; Diniz; Marcondes; Coppini, 2018).

2.3 Ferramentas da Qualidade Aplicadas à Análise Comparativa

As ferramentas da qualidade auxiliam na identificação de causas de problemas e na tomada de decisões (Rodrigues; Bonafini, 2015). Por sua padronização, transformam dados em informações úteis para melhorias (Paladini, 2019) e são base para o controle estatístico e programas de melhoria contínua (Werkema, 1995). Neste estudo, utilizaram-se folha de verificação, histograma e gráfico de Pareto para analisar tempos de ciclo, setup e rendimento nos centros Romi D600 e D1250.

A folha de verificação é um formulário usado na coleta organizada de dados (Rodrigues; Bonafini, 2015), garantindo a segurança das informações (Werkema, 1995) e permitindo identificar defeitos e variações no processo (Seleme; Stadler, 2012). O histograma, por sua vez, representa graficamente a distribuição de frequências, auxiliando na análise da variabilidade do processo (Rodrigues; Bonafini, 2015) e sendo uma das principais ferramentas para identificar causas de variação (Ishikawa, 1985).

Neste estudo, será utilizado para comparar os tempos de ciclo e de setup dos centros de usinagem Romi D600 e D1250. Já o gráfico de Pareto, baseado no princípio 80/20, identifica as causas de maior impacto nos resultados (Rodrigues; Bonafini, 2015), direcionando ações de melhoria (Paladini, 2019; Werkema, 1995). Ele será aplicado para priorizar os fatores que mais afetam a eficiência dos centros de usinagem. A integração dessas três ferramentas garante uma análise completa: a folha organiza os dados, o histograma revela variações e o gráfico de Pareto aponta as principais causas que influenciam a eficiência produtiva.

2.4 Eficiência Produtiva em Usinagem CNC

A eficiência produtiva em centros de usinagem CNC relaciona-se à comparação entre o tempo real e o tempo total disponível, buscando reduzir desperdícios e manter a qualidade (Kalpakade; Gajbhiye, 2024). Fatores como tempo de processo, setup e

paradas não programadas influenciam diretamente os custos e o desempenho (Kumar; Yadav, 2023). O indicador OEE, composto por disponibilidade, performance e qualidade, mede o quanto do tempo de operação é realmente produtivo (Kumar; Yadav, 2023; Lim et al., 2023). A análise simplificada pode ser feita pela relação entre tempo teórico e real de usinagem (Diniz; Marcondes; Coppini, 2018), permitindo comparar o rendimento entre os centros Romi D600 e D1250.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa desenvolvida é do tipo experimental, com abordagem quantitativa. O objetivo é comparar o desempenho de dois centros de usinagem da linha ROMI, através da análise dos tempos de ciclo de produção e de suas características técnicas construtivas. A escolha da pesquisa experimental justifica-se pela realização de medições práticas. Esse tipo de abordagem permite quantificar diferenças de desempenho entre os equipamentos, oferecendo informações técnicas e reais para avaliar a eficiência produtiva.

3.2 Objeto e Local da Pesquisa

O objeto de estudo consiste na avaliação comparativa do tempo de ciclo e desempenho operacional dos centros de usinagem Romi D600 e Romi D1250.

A pesquisa será conduzida em um ambiente industrial de usinagem, onde ambos os equipamentos são utilizados em condições reais de produção. Será feito com uma peça selecionada para não favorecer nenhum dos equipamentos, mantendo dimensões e características compatíveis com as capacidades de ambos os centros de usinagem. Assim, a análise não favorece nenhum dos equipamentos e sim o desempenho operacional e a eficiência produtiva de cada equipamento.

3.3 Ferramentas e Tecnologias Utilizadas

Para a coleta e análise dos dados serão empregados os seguintes recursos: Cronômetro digital, para medição direta do tempo de ciclo de usinagem; Planilhas

eletrônicas (Microsoft Excel), para organização e cálculos de índices e percentuais; Folha de verificação para registrar, de maneira padronizada as etapas da fabricação; Sistema de gestão interna de produção, para consulta de tempos registrados, histórico de ordens de fabricação e disponibilidade os equipamentos; Catálogo técnico dos equipamentos Romi D600 e D1250, para levantamento das especificações construtivas; Documentos complementares (fichas de processo, relatórios e instruções de operação).

3.4 Coleta de Dados

A coleta de dados será realizada de forma direta e metódica, com observação das operações de usinagem executadas nos dois centros analisados. Os parâmetros registrados serão: Tempo total de usinagem por peça; Tempo de abastecimento e retirada da peça no gabarito; Tempo de setup e troca de ferramenta; Processo de usinagem utilizado; Condições operacionais (a potência do spindle, número de ferramentas utilizadas do magazine e tempo de troca automática).

Além disso, serão consultados registros internos do sistema de gestão de produção para complementar e confrontar os dados coletados.

3.5 Mensuração e Análise dos Dados

Os dados serão tratados quantitativamente com tabelas comparativas e gráficos. A análise envolverá cálculos de médias, variações percentuais e índices de desempenho para cada centro de usinagem, ajudando a identificar diferenças de produtividade e eficiência. Os resultados serão analisados usando Microsoft Excel. As informações serão interpretadas junto com características técnicas como potência do spindle e tempo de troca automática. Após obter os resultados, será utilizado folha de verificação, histograma e gráfico de Pareto para identificar ineficiências e propor melhorias, estabelecendo um parâmetro de produção para reduzir custos e melhorar o tempo de produção.

3.5 Etapas da Pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa será com as seguintes etapas: Levantamento bibliográfico sobre usinagem CNC, parâmetros de corte e características dos centros

Romi; Definição das variáveis de análise, considerando tempo de ciclo, parâmetros operacionais e características técnicas; Coleta de dados experimentais, por meio de medições diretas e registros do sistema de gestão; Tratamento dos dados, com elaboração de planilhas e gráficos comparativos; Aplicação de ferramentas da qualidade para identificar pontos críticos e oportunidades de melhoria; Definição de um parâmetro de produção que relacione o tipo de peça ao equipamento mais eficiente; Discussão e conclusão, apresentando os resultados para melhorar a eficiência da produção e reduzir os custos operacionais das peças.

4 RESULTADOS ESPERADOS

O resultado esperado para essa pesquisa, é fornecer uma análise real da eficiência produtiva dos centros de usinagem Romi D600 e D1250, de forma a associar os parâmetros técnicos do fabricante de cada um dos equipamentos, com os dados coletados em uma indústria metalúrgica. E a partir dos resultados obtidos, organizar, analisar com a ajuda de ferramentas de qualidade. Assim, será possível extrair informações técnicas reais para a gestão de programação de peças no setor de usinagem, onde poderá criar um plano de processo padrão que contenha todas as operações possíveis para cada grupo de peças com as mesmas características, de acordo com o melhor desempenho de cada um dos centros de usinagem, Romi D600 e D1250. Por fim, espera-se à diminuição dos custos operacionais, em consequência do aumento do tempo efetivo de produção e ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

REFERÊNCIAS

ALLES. **Revista CNC Machine Tool e mau funcionamento do trocador de ferramentas? ALLES CNC ensina como fazer isso.**, 2019. Disponível em: <https://pt.allescncmachine.com/news/cnc-machine-tool-magazine-and-tool-changer-mal-24301274.html>. Acesso em: 7 out. 2025.

CAMPOS, Leticia Mirella Fischer; SHIGUNOV NETO, Alexandre. **Introdução à gestão da qualidade e produtividade: conceitos, história e ferramentas.** 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2016. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 10 out 2025.

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais.** 9. ed. São Paulo:

Artliber, 2018. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/363518228/166811584-Tecnologia-de-Usinagem-Dos-Materiais-Anselmo-Diniz-pdf>. Acesso em: 06 out 2025.

FRACARO, Janaina. **Fabricação pelo processo de usinagem e meios de controle**. Curitiba: Intersaberes, 2017. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 06 out 2025.

GERSONMAQ. **Centro de usinagem romi discovery d1250 ano 2013 com ref. Interna**, 2025. Disponível em: <https://www.gersonmaq.com.br/maquinas-cnc/320/CENTRO-DE-USINAGEM-ROMI-DISCOVERY-D1250-ANO-2013-COM-REF-INTERNA> Acesso em: 30 out 2025.

GROOVER, M. P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2015.

ISHIKAWA, Kaoru. **What is total quality control?** [O que é controle de qualidade total?]. EnglewoodCliffs: Prentice-Hall, 1985.

IVANOVIĆ, M. et al. **Influence of technical-technological characteristics of workpieces on the choice of CNC machine tools**. 2021. Disponível em: https://scidar.kg.ac.rs/bitstream/123456789/20400/1/2021_HM%20-%20Ivanovi%C4%87%20M.%20et%20al..pdf. Acesso em: 25 out. 2025.

KALPAKADE, M.; GAJBHIYE, A. *Productivity Improvement through OEE Measurement and Analysis in CNC Machining Center*. **International Journal of Scientific Research in Engineering and Management**, v. 8, n. 5, p. 1–6, 2024. Disponível em: <https://ijsrem.com/download/productivity-improvement-through-oe-measurement-and-analysis-in-cnc-machining-center>. Acesso em: 30 out. 2025.

KALPAKJIAN, S.; SCHMID, S. R. **Manufacturing Engineering and Technology**. 7. ed. Boston: Pearson, 2014.

KUMAR, S.; YADAV, R. *Overall Equipment Effectiveness Analysis of CNC Machine Tools in Manufacturing Industries*. **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, v. 8, n. 2, p. 1328–1333, 2023. Disponível em: <https://ijisrt.com/overall-equipment-effectiveness-analysis-of-cnc-machine-tools-in-manufacturing-industries>. Acesso em: 30 out. 2025.

LIM, S. K. et al. *Improvement of OEE Performance for CNC Milling Machine Using Preventive Maintenance and Six Big Losses Approach*. **Rotasi Journal of Mechanical Engineering**, v. 25, n. 1, p. 32–39, 2023. Disponível em: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/76461>. Acesso em: 30 out. 2025.

OPERATRIX. **Centro de usinagem vertical – ROMI D600 – ano 2011 – 600 × 530 × 580 mm**, 2019. Disponível em: <https://www.operatrix.com.br/anuncio/centro-de-usinagem-vertical-romi-d600-ano-2011-600-x-530-x-580mm-12943> Acesso em: 30 out 2025.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Atlas, 2019. Ebook. ISBN 9788597022032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022032>.

PALADINI, Edson Pacheco. **Avaliação estratégica da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 234 p. ISBN 9788522461950

RODRIGUES, Elsimar Aparecida Barros; BONAFINI, Fernanda César (org.). **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: Pearson, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 08 out 2025.

ROMI. **Catálogo Linha Romi D** – Nova Geração. Santa Bárbara d'Oeste: Indústrias Romi S.A., 2024. Disponível em: https://www.romi.com/wp-content/uploads/2018/04/cat_romi_d_ng_po_aj_092025_baixa.pdf Acesso em: 11 set 2025.

SANTOS, L. A.; OLIVEIRA, F. R. Integração CAD/CAM e otimização de trajetórias em centros de usinagem CNC. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 4, p. 1324–1342, 2021.

SÁTYRO, Walter Cardoso *et al.* (org.). **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. 1. ed. São Paulo, SP: Blucher, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 30 out 2025.

SELEME, Robson; STADLER, Heloisa. **Gestão da qualidade total: estratégias e ferramentas**. Curitiba: Ibplex, 2012.

SMITH, Scott. Spindle power and torque limitations. **Cutting Tool Engineering Magazine**, May 2012. Disponível em: <https://www.ctemag.com/articles/spindle-power-and-torque-limitations>. Acesso em: 25 out. 2025.

VOLPATO, N. **Técnicas de Usinagem**. São Paulo: Ed. Blucher, 2006.

VOLPATO, Neri. **Apostila CNC – Versão 5**. Curitiba: UTFPR, 2014. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/238016500/Apostila-CNC-versao-5-2014-pdf>

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1995.

ZHANG, Y. et al. Recent advances in CNC machining technologies for manufacturing. **Journal of Manufacturing Processes**, v. 68, p. 1–15, 2021.