



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JULIANE LOPES DE MELO SOARES

**ANÁLISE DE TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO DA ACADEMIA À
INDÚSTRIA: ESTRATÉGIA DE USINAGEM TROCOIDAL**

Recife
2020

JULIANE LOPES DE MELO SOARES

**ANÁLISE DE TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO DA ACADEMIA À
INDÚSTRIA: ESTRATÉGIA DE USINAGEM TROCIDAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação de Engenharia Mecânica como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Maxime Montoya.

Recife

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

S676a Soares, Juliane Lopes de Melo.
Análise de transferência de conhecimento da academia à indústria: estratégia de usinagem trocoidal / Juliane Lopes de Melo Soares – Recife, 2020.
52 f.: figs., quads. e abrev.

Orientadora: Prof. Dr. Maxime Montoya.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG. Departamento de Engenharia Mecânica, 2020.
Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia Mecânica. 2. Usinagem trocoidal. 3. Transferência de conhecimento. 4. Academia. 5. Indústria. I. Montoya, Maxime (Orientador). II. Título.

UFPE

621 CDD (22. ed.)

BCTG / 2021 - 107

JULIANE LOPES DE MELO SOARES

**ANÁLISE DE TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO DA ACADEMIA À
INDÚSTRIA: ESTRATÉGIA DE USINAGEM TROCICAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação de Engenharia Mecânica como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovada em: 09 /12 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maxime Montoya (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Flávio José da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Justo Emilio Alvarez Jácomo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do período mais emocionalmente difícil que vivi até aqui - a faculdade.

A minha mãe Jácia e meu pai Ivan, que dentro de suas limitações me permitiram ganhar o mundo, que investiram e acreditaram em mim desde o princípio. A minha avó Didi, uma das maiores incentivadoras dos meus sonhos e a minha irmã Jéssica, por todo amor, incentivo e apoio incondicional para que eu conseguisse chegar até aqui.

Aos meus melhores amigos: Mari, Bruno, Dão e Douville, que estiveram comigo desde o início deste sonho e não largaram da minha mão ao longo de toda a jornada, que ousaram acreditar em mim e me deram forças para persistir. Inluo, Rafa, a melhor amiga e companhia que eu poderia ter tido durante a faculdade, que me ensinou ainda mais sobre companheirismo, empatia e a sonhar cada vez mais alto.

A quem me acompanhou durante o curso e lutou para garantir que eu nunca me sentisse sozinha, Marina, Mirinha, Tayenne, Lorene e Laurentino, sem vocês teria sido ainda mais difícil.

Por fim, mas não menos importante, Sophia, Andressa, João e Gabriel obrigada pela amizade e gentileza, vocês chegaram para me lembrar que ainda tem muita gente incrível pelo mundo e em cada lugarzinho que a gente chega, pode dar e receber um amor verdadeiro.

RESUMO

O presente estudo busca investigar se o conhecimento científico desenvolvido na universidade, no escopo da usinagem trocoidal, é compartilhado de forma efetiva na indústria de produção mecânica brasileira. Para tanto, seguiram-se a metodologia exploratória e a abordagem qualitativa, que nortearam a construção de um questionário *on-line*, com perguntas objetivas, direcionado aos profissionais da área. Os 55 participantes, que foram mapeados através de uma rede social voltada para conexões entre profissionais de usinagem atuantes no mercado brasileiro, o *LinkedIn*, responderam questões sobre seus perfis profissionais, usinagem trocoidal e métodos de obtenção de conhecimento. Como conclusão, constatou-se que os novos conhecimentos sobre a usinagem trocoidal estão chegando à indústria, porém de maneira autônoma, ou seja, por iniciativa dos próprios profissionais e por meios informais, como redes sociais e pesquisas na *internet*. Desse modo, concluiu-se que o atual cenário nacional necessita de uma aproximação entre institutos de ensino superior/técnico e indústrias, possibilitando, assim, o acesso à inovação com eficiência e confiabilidade.

Palavras-chave: Usinagem trocoidal. Transferência de conhecimento. Academia. Indústria.

ABSTRACT

The present paper aims to investigate whether the scientific knowledge developed at the academy, within the scope of trochoidal milling, is effectively shared in the Brazilian mechanical industrial production field. An exploratory methodology and a qualitative approach were used for the investigation, and which guided the development of an online survey, with objective questions, directed to the professionals who work in the field. The 55 participants who were mapped through LinkedIn answered questions about their professional profiles, trochoidal milling and methods for knowledge acquisition. We could observe that a new perception of trochoidal milling is reaching the industry by the initiative of the professionals themselves and through informal means, such as social networks and internet research. Thus, it was concluded that the current national scenario demands a better relation between the researches done in the college / technical institutes, consequently enabling access to innovation with efficiency and reliability.

Keywords: Trochoidal machining. Knowledge transfer. Academy. Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos processos de usinagem.....	15
Figura 2 - Disposição de peça e ferramenta durante o fresamento.....	17
Figura 3 - Fresamento tangencial	18
Figura 4 - Fresamento frontal	19
Figura 5 - Faceamento.....	20
Figura 6 - Fresamento de perfis	20
Figura 7 - Fresamento de canais	21
Figura 8 - Tipos de estratégias de fresamento de canais, cavidades/bolsões	22
Figura 9 - Cadeia operacional de um sistema CNC.....	23
Figura 10 - Fresamento trocoidal.....	23
Figura 11 - Aplicação do fresamento trocoidal – profundidades de corte.....	24
Figura 12 - Nível de instrução	34
Figura 13 - Tempo de experiência na área de usinagem	35
Figura 14 - Cargo exercido atualmente	36
Figura 15 - Empresas com parcerias com instituições de ensino	37
Figura 16 - Periodicidade de treinamentos	38
Figura 17 - Como você costuma aprender coisas novas?.....	39
Figura 18 - Como você se capacita sobre os avances realizados na área de usinagem?	40
Figura 19 - Você conhece a usinagem trocoidal?.....	41
Figura 20 - Como você conheceu a usinagem trocoidal?.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Universidade e indústria: particularidades na pesquisa.....	26
Quadro 2 - Etapas de execução da pesquisa	31

LISTA DE SIGLAS

CM - Conventional Milling

CNC - Comando numérico computadorizado

HPC - High Performance Cutting

HSC - High speed cutting

SAE - Society of automotive engineers

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO GERAL	14
2.1	Objetivos específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Processo de usinagem	15
3.2	Fresamento	17
3.2.1	Tipos fundamentais de fresamento	18
3.2.2	Principais operações do fresamento frontal	19
3.2.3	Fresamento de Furos, Canais e Cavidades/Bolsões	21
3.2.4	Fresamento com Comando Numérico Computadorizado (CNC)	22
3.3	Usinagem trocoidal	23
3.4	A relação entre a indústria e a academia	25
3.5	O conhecimento	26
3.6	Transferência de conhecimento	27
3.7	Modalidades e metodologias de pesquisa científica	28
3.7.1	Tipos de pesquisa científica quanto à abordagem.....	28
3.7.2	Tipos de pesquisa científica quanto aos objetivos	29
3.7.3	Técnicas de pesquisa	30
4	MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1	Seleção do escopo do estudo	31
4.2	Seleção do método investigativo	31
4.3	Coleta de informações	32
4.4	Análise de dados	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1	Perfil profissional dos entrevistados	34
5.2	Pesquisa e desenvolvimento na indústria	36
5.3	Acesso à informação	38
5.4	Usinagem trocoidal	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6.1	Sugestões para pesquisas futuras	44
	REFERÊNCIAS	45

APÊNDICE A – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA A PESQUISA.....	48
APÊNDICE B - COMO VOCÊ CONHECEU A USINAGEM TROCoidal? (DADOS ORIGINAIS)	52

1 INTRODUÇÃO

A usinagem é concebida como o processo de retirada de matéria-prima para dar-lhe forma e função a peça acabada. Devido à sua larga aplicação na indústria mecânica e versatilidade diante dos processos de conformação, pesquisadores do mundo todo, dedicam-se ao desenvolvimento e à melhoria de diversos parâmetros de operação envolvidos nesse segmento. Muitas das pesquisas sobre este assunto têm por finalidade impulsionar fatores como qualidade da peça usinada, tempo de uso da ferramenta e/ou custos dos procedimentos.

É dentro desse contexto de aperfeiçoamento que estão inseridos os estudos sobre fresamento trocoidal — um dos pilares deste trabalho. Segundo Trindade (2018) esta estratégia de usinagem se destaca, quando aplicada em materiais com baixo índice de usinabilidade, por aumentar a produtividade, melhorar a vida útil da ferramenta de corte e reduzir a força de usinagem. Ainda segundo a autora, as trajetórias trocoidais podem apresentar variações no seu modelo, contudo, informações sobre a influência dessas variações são escassas na literatura. Com o objetivo de solucionar esse e outros desafios se reforça a necessidade de desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao tema.

Nota-se um crescente avanço em pesquisas internacionais ligadas ao tema. Exenberger 2018 descreve que o método trocoide para fresamento de ranhuras de abeto leva a uma redução no tempo de usinagem e uma vida útil mais longa para a ferramenta. Vários estudos foram feitos também, para definir a melhor estratégia de usinagem para os mais diversos tipos de metais, como é o caso de Pleta, 2015, que investigou estratégias aplicadas a ligas de níquel. Nacionalmente o progresso se demonstra mais contido, no entanto, com grande relevância para o tema. Amaro 2020 demonstra através de um estudo comparativo que a usinagem trocoidal apresenta vantagens de produtividade sobre a usinagem convencional.

Partindo, então, do pressuposto de que as pesquisas realizadas na área de usinagem visam à melhoria nos processos praticados na indústria, seja no desenvolvimento de novos materiais ou de novos métodos, chega-se ao problema que orienta esta investigação: a indústria, de fato, tem sido beneficiada pelos estudos acadêmicos relativos à usinagem trocoidal? Este questionamento inicial em consonância com a informação apresentada sobre a usinagem trocoidal, abrindo diversas possibilidades para aprofundamento no tema, onde as mais relevantes serviram para a definição dos objetivos deste trabalho.

Para responder essa questão, buscou-se: 1) verificar os meios usuais de transferência de conhecimento aplicados na indústria brasileira; 2) avaliar a influência da academia nos

processos de inovação da indústria nacional; 3) entender como se dá a busca por conhecimento dos profissionais atuantes no mercado e 4) recopilar a informação existente sobre os últimos avanços de pesquisa em fresamento trocoidal.

Nessa perspectiva, adotou-se, como metodologia, a pesquisa exploratória, definida por Gil (2007) como a pesquisa com o “objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” e de cunho qualitativo, visto que os resultados encontrados não possuem valor estatístico, embora servem para orientar como funcionam os meios de disseminação de conhecimento, e assim ajudar os pesquisadores da área de engenharia mecânica a otimizar os impactos de seus trabalhos na indústria.

O trabalho traz uma fundamentação teórica apoiada no universo da usinagem e do conhecimento, foi construída de modo a unir esses dois contextos a fim de trazer respostas a partir da revisão literária, logo apresenta-se a seção de “materiais e métodos” onde explica-se detalhadamente todo o processo para a estruturação do trabalho e obtenção de resultados apresentados na seção seguinte. Finalmente, nas conclusões, traz-se resumo mais generalista do que se apresenta nos resultados, com a preocupação devida para às respostas aos objetivos.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar o alcance e a inserção da pesquisa nacional e internacional sobre o fresamento trocoidal, na indústria brasileira de usinagem.

2.1 Objetivos específicos

- Verificar os meios usuais de transferência de conhecimento aplicados na indústria brasileira;
- Avaliar a influência da academia nos processos de inovação na indústria;
- Entender como se dá a busca por conhecimento dos profissionais atuantes no mercado;
- Recopilar informação existente sobre os últimos avanços de pesquisa em fresamento trocoidal.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo descreve o processo de usinagem e aborda, detalhadamente, as estratégias de trajetórias no fresamento trocoidal, os avanços da pesquisa sobre este tema e os meios de transferência desse conhecimento dentro e fora da academia.

3.1 Processo de usinagem

De acordo com Ferraresi (2013) a operação de usinagem corresponde a todo processo mecânico que confere à peça a forma, as dimensões ou acabamento, ou ainda a combinação desses três itens através da remoção de material (o cavaco).

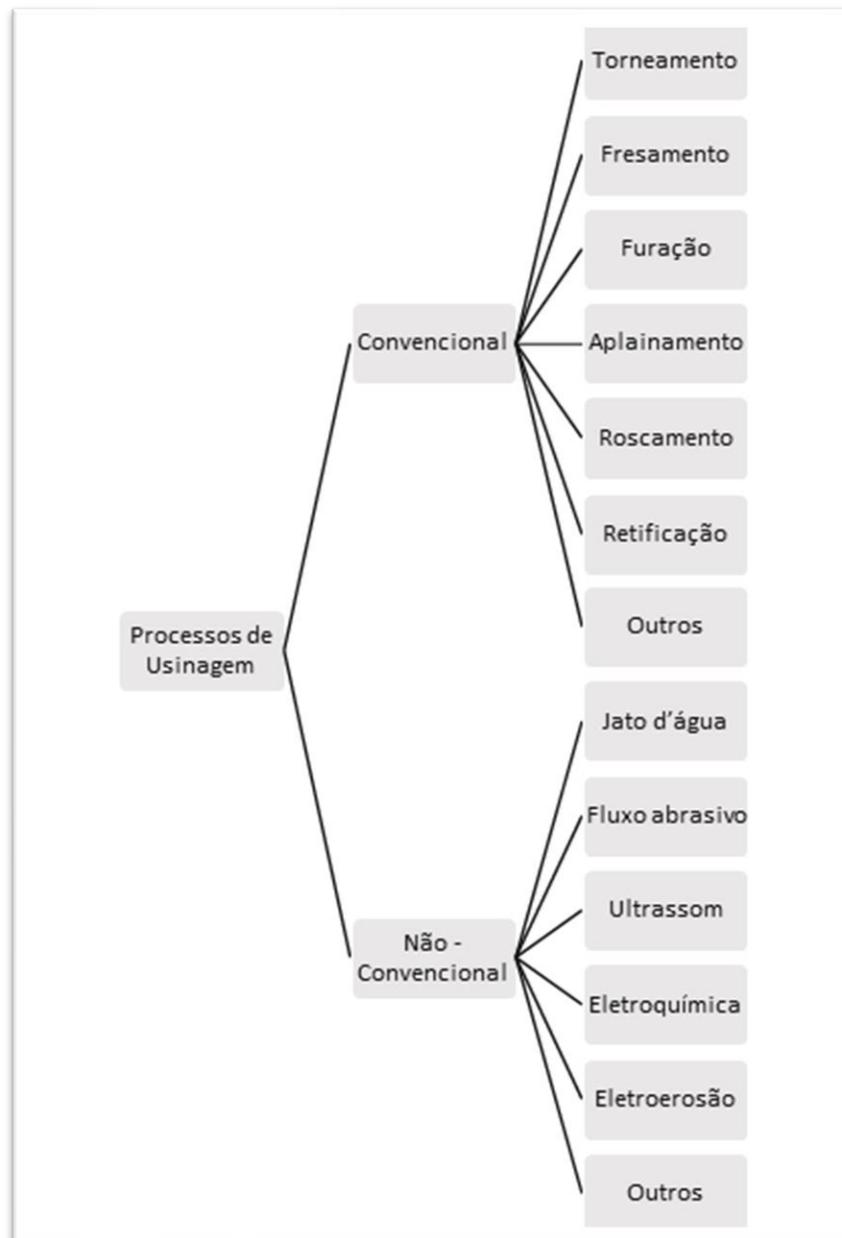
Essencialmente, o resultado final de qualquer processo de usinagem deve atender às especificações do projeto no que se refere à forma, às dimensões e ao acabamento superficial da peça. Para tanto, devem ser previstas condições de corte que atendam a tais critérios com o menor custo possível.

Machado *et al.* (2009) descrevem que, geralmente, nos processos de fabricação, há mais de um método capaz de produzir determinado componente. A seleção de um método em particular depende de um grande número de fatores, como estes:

- Material a ser empregado e suas propriedades;
- Quantidade de peças produzidas;
- Tamanho, forma e complexidade do componente;
- Tolerâncias e acabamento superficial exigidos;
- Processo subsequente envolvido;
- Vida útil da ferramenta de corte;
- Custo total do processamento.

Conhecendo tais aspectos, torna-se possível selecionar o tipo e/ou a sequência de operações para o trabalho de forma otimizada. A imagem a seguir (figura 1) apresenta a classificação dos processos de usinagem mais utilizados.

Figura 1 – Classificação dos processos de usinagem



Fonte: Autora, 2020.

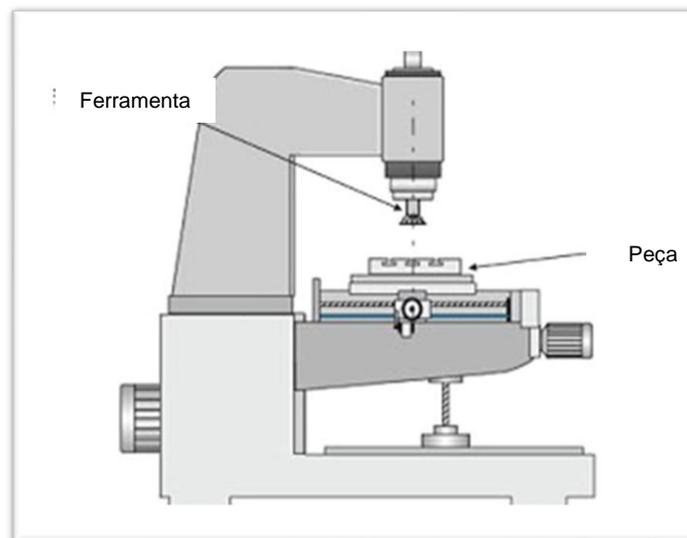
Dos processos de usinagem convencionais presentes na Figura 1, destacam-se: torneamento, fresamento, furação e aplainamento. Estando incluso nos processos de usinagem mais utilizados, o fresamento dispõe de larga utilização na indústria, sendo adequado para operações tanto de desbaste como de acabamento. Ao longo deste capítulo será feita uma abordagem focada em suas estratégias de operação para o entendimento e utilização da trajetória trocoidal no fresamento.

3.2 Fresamento

O fresamento é um dos processos de usinagem mais empregados na indústria de manufatura, devido à sua elevada taxa de remoção de material e versatilidade, tanto pelas diversas geometrias de superfícies geradas, quanto pelas ferramentas aplicadas no processo (MACHADO *et al.*, 2011).

Nesse tipo de operação, a usinagem é caracterizada pelo deslocamento da ferramenta (fresa) em referência à peça considerada estacionária (figura 2). A retirada de material é garantida pelo movimento de corte, no qual a ferramenta gira com velocidade conhecida, e é mantido pelo movimento de avanço. A geometria obtida é uma consequência do deslocamento relativo entre a ferramenta e a peça.

Figura 2 – Disposição de peça e ferramenta durante o fresamento



Fonte: Tecmecânico (2011)

A fresa, que pode apresentar geometrias diversas, é composta por arestas cortantes localizadas simetricamente em torno de seu eixo. Acoplada ao cabeçote do equipamento, a ferramenta gira em torno do seu próprio eixo proporcionando o movimento de corte.

Um segundo movimento característico do fresamento é o de avanço, geralmente feito pela própria peça de usinagem. Sozinho, o movimento de corte proporciona apenas a retirada de uma camada de material; em conjunto com o avanço, ocorre a retirada contínua do cavaco. O movimento entre peça e aresta de corte de forma continuada é denominado movimento efetivo. Deve-se, ainda, considerar mais quatro tipos de movimentos em fresadoras, embora estes não

causem, diretamente, a formação do cavaco. São eles: movimento de aproximação, movimento de ajuste, movimento de correção e movimento de recuo.

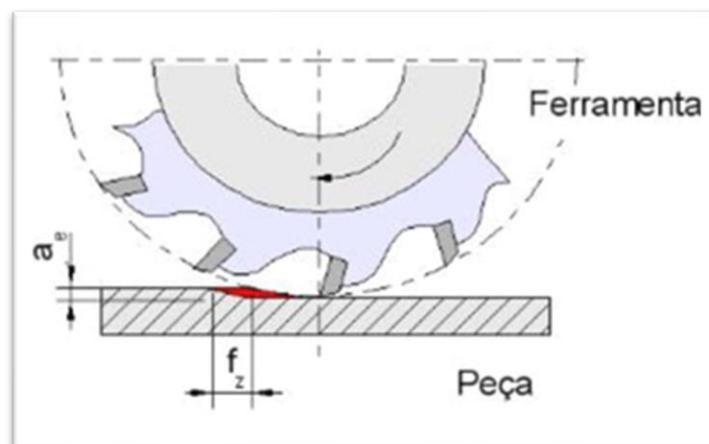
3.2.1 Tipos fundamentais de fresamento

Apesar de manifestar um certo princípio universal de funcionamento, a operação de fresamento pode admitir as mais variadas aplicações. O fato do tipo de ferramenta e da posição do eixo-árvore do equipamento estarem disponíveis em formas diversas permite uma grande versatilidade de geometrias. Engrenagens, moldes, canais, chavetas e até furos de baixa precisão são exemplos de aplicações desse tipo de operação.

Segundo Diniz (2010), o fresamento deve ser classificado, segundo a posição do eixo-árvore da máquina-ferramenta, em fresamento horizontal, vertical ou inclinado, sempre de acordo com a sua posição em relação à mesa do equipamento. Já em relação à geometria da ferramenta, a operação deve ser categorizada em dois tipos:

- Fresamento tangencial (periférico) — realizado em fresadoras com eixo-árvore na posição horizontal. A ferramenta apresenta os dentes ativos em sua superfície cilíndrica. A figura 3 exemplifica esse tipo de corte. Esse tipo de fresamento é largamente utilizado em usinagem de engrenagens, aberturas de rasgos ou de roscas externas e canais tangenciais.

Figura 3 - Fresamento tangencial

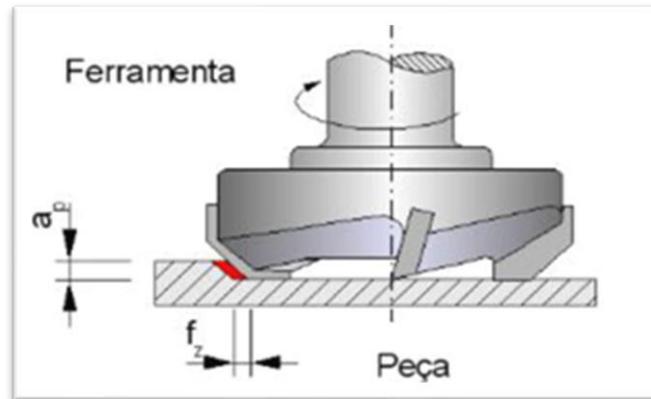


Fonte: Cursos Guru (2020).

- Fresamento frontal - assim como o fresamento tangencial, a sua classificação se dá de acordo com a posição dos dentes ativos, que estão na superfície frontal da ferramenta. A principal característica que diferencia esse fresamento do anterior é a posição do eixo, que é

perpendicular à peça. A figura 4 exemplifica esse tipo de corte. Entre as muitas aplicações desse tipo de usinagem se destacam o faceamento paralelo ou inclinado e a abertura de canais.

Figura 4 - Fresamento frontal



Fonte: Cursos Guru (2020).

3.2.2 Principais operações do fresamento frontal

No fresamento frontal, devido a posição do eixo-árvore perpendicular a peça, a superfície fresada geralmente é plana, utilizando fresas de topo e cilíndricas. Dentre as principais operações de usinagem pode-se destacar: Faceamento – Figura 5; Fresamento de Perfis – Figura 6 e o Fresamento de Canais – Figura 7.

Segundo a Sandivik (2020), o faceamento é a operação de fresamento mais comum e pode ser realizado com uma grande variedade de ferramentas. As operações de faceamento incluem o faceamento geral paralelo ao plano da máquina ferramenta ou inclinado (em rampa). Destacam-se ainda o faceamento com altos avanços, faceamento de cantos a 90° .

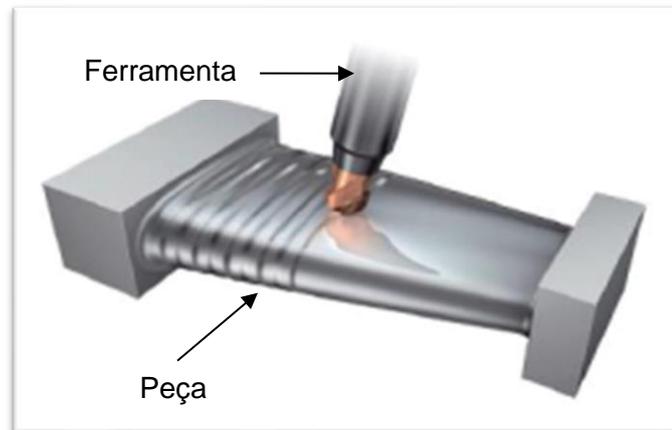
Figura 5 - Faceamento



Fonte: Sandivik (2020).

O fresamento de perfis, Figura 6, é uma operação também bastante comum. Geralmente utilizados em dois níveis de operação: desbaste e acabamento, que garantem geração de superfícies próprias para encaixes, nas mais variadas tolerâncias.

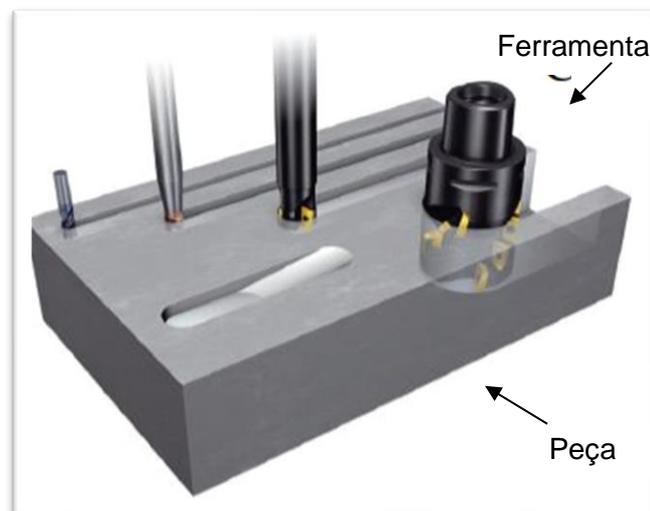
Figura 6 - Fresamento de Perfis



Fonte: Sandivik (2020)

Com o objetivo de criação de aberturas em uma superfície sólida ou alargamento de um furo ou cavidade a operação de desbaste em canais e bolsões é uma das principais aplicações do fresamento frontal.

Figura 7 - Fresamento de Canais



Fonte: Sandivik (2020).

3.2.3 Fresamento de Furos, Canais e Cavidades/Bolsões

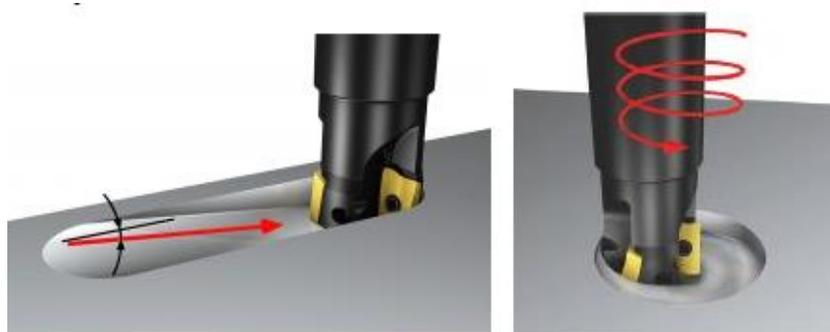
A escolha do método de usinagem das cavidades deve levar em conta o tipo de ferramenta disponível, a capacidade da máquina-ferramenta que realizará o desbaste, a geometria desejada, além de aspectos de qualidade superficial. Outro fator é o financeiro que está o ligado principalmente a taxa de material retirado em detrimento ao desgaste da ferramenta de corte.

Na figura 8 estão representadas algumas das principais técnicas de fresamento para o desbaste de furos, canais e cavidades, que são eles:

- a) - Usinagem em rampa linear com dois eixos;
- b) - Usinagem em rampa circular;
- c) - Alargamento de um furo;
- d) - Fresamento pica-pau;
- e) - Fresamento por níveis;
- f) - Fresamento trocoidal.

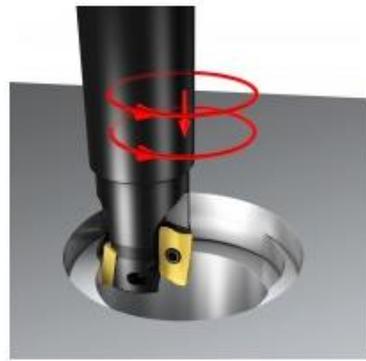
Na Figura 8 estão representadas a peça (cinza), a ferramenta (preto) e a trajetória que a ferramenta (vermelho), isto é, o caminho que a ferramenta percorre ao longo do desbaste do canal.

Figura 8 - Tipos de estratégias de fresamento de canais, cavidades/bolsões

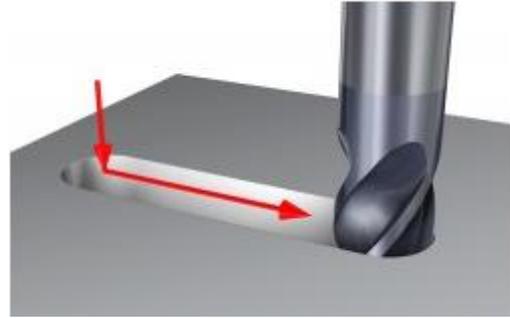


a) Fresamento em rampa linear

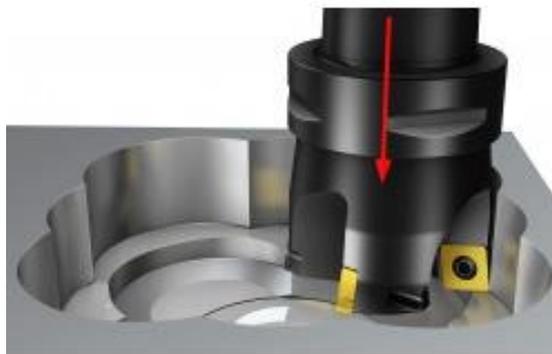
b) Fresamento em rampa circular



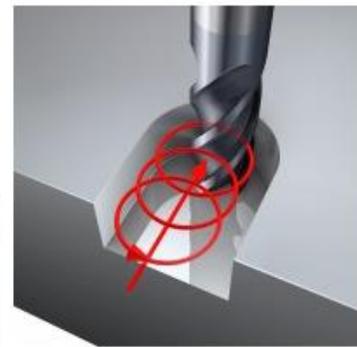
c) Alargamento de furo



d) Fresamento pica-pau



e) Fresamento por níveis



f) Fresamento trocoidal

Fonte: Sandivik (2020)

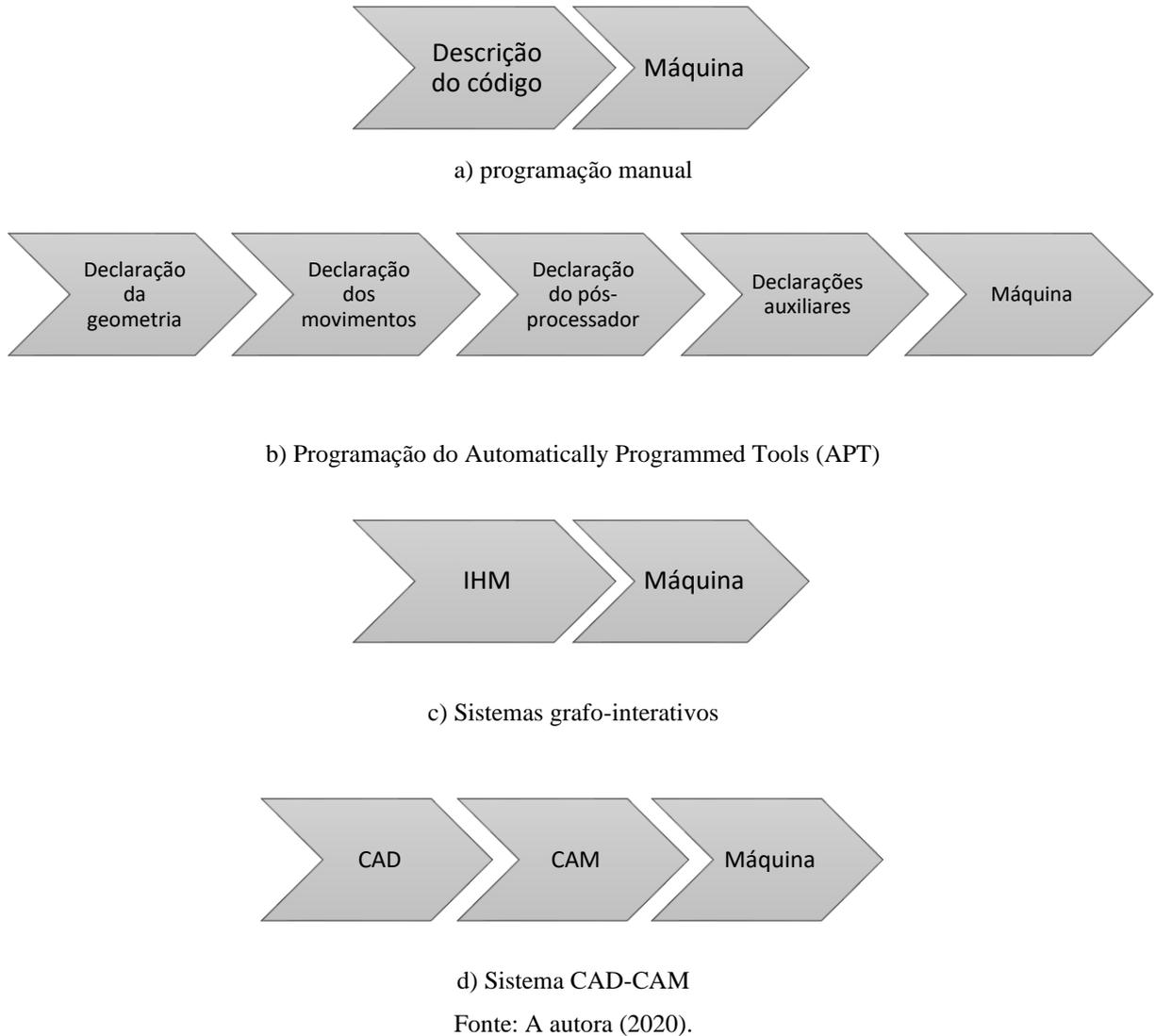
Outro fator que deve ser levado em consideração além da seleção do método de usinagem é o modo de execução. Para este fator deve-se levar em consideração a complexidade da trajetória selecionada para a usinagem. Trajetórias como a do fresamento trocoidal, que levam em consideração equações mais complexas, não conseguem ser utilizadas em métodos convencionais de usinagem, sendo necessário o uso de máquinas ferramentas com comandos numéricos (CNC), ou seja, aquelas que são acionadas por computadores.

3.2.4 Fresamento com Comando Numérico Computadorizado (CNC)

Segundo Marcicano (2002), o Controle Numérico (CN) é um método utilizado para controle de movimentos de máquinas pela interpretação direta de instruções. O sistema interpreta os dados e na sequência gera o sinal de saída que controla os componentes da máquina. O primeiro protótipo de uma máquina CN foi construído em 1952 no MIT, era uma fresadora vertical utilizada para no fresamento frontal de alumínio. Posteriormente essas

máquinas foram equipadas com controle numérico computadorizados (CNC) e ainda segundo o autor, aumentando a flexibilidade, precisão e versatilidade.

Figura 9 - Cadeia operacional de um sistema CNC

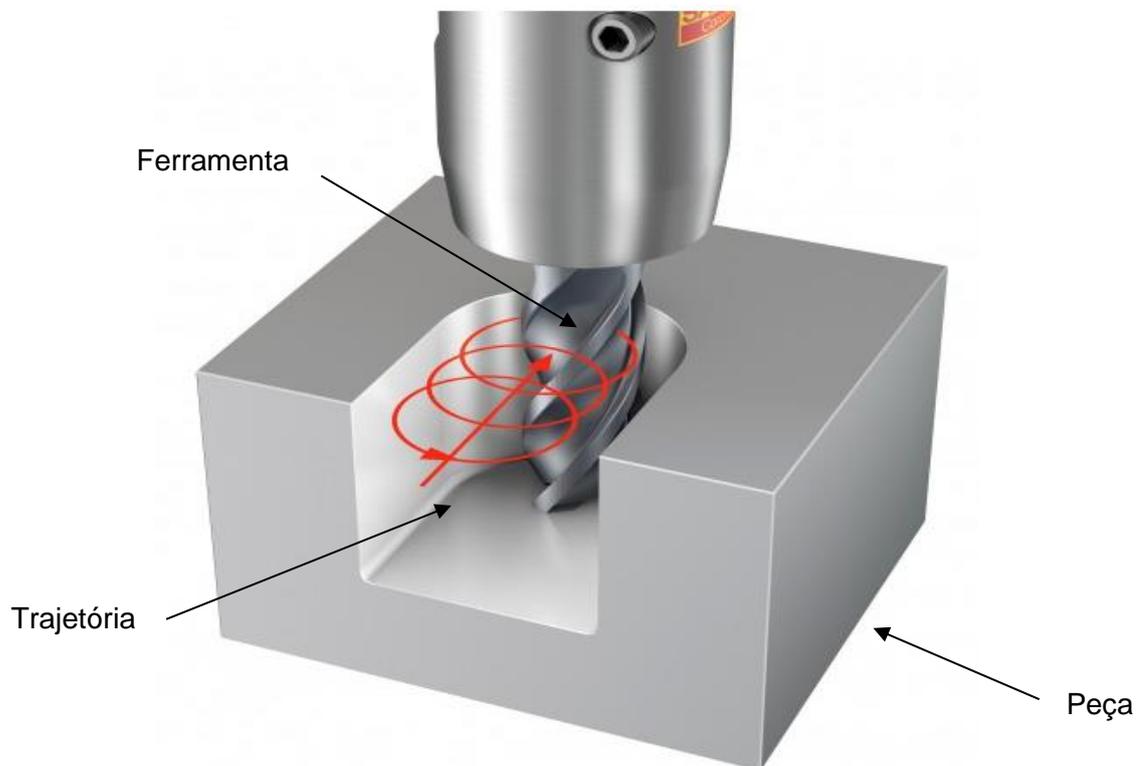


3.3 Usinagem trocoidal

O método de usinagem através da estratégia trocoidal foi desenvolvido inicialmente para o fresamento de canais e operações sensíveis à vibração. Segundo Ferreira e Uchoa (2013) a combinação de um movimento circular com um movimento simultâneo de translação, como ilustrado na Figura 10, permite a realização de mudanças suaves de direção da ferramenta. Ainda segundo os autores, essa característica da trajetória reduz os esforços sobre a ferramenta e sua taxa de desgaste e principalmente avarias.

Outra característica desse tipo de processo é a sua utilização para materiais com baixa usinabilidade, devido ao fato de que, nesta operação, são retiradas pequenas quantidades de material. O fresamento com trajetória trocoidal é caracterizado ainda pela baixa profundidade de corte radial (a_e) e grande profundidade axial (a_p). (TRINDADE, 2018; SANDVIK, 2020).

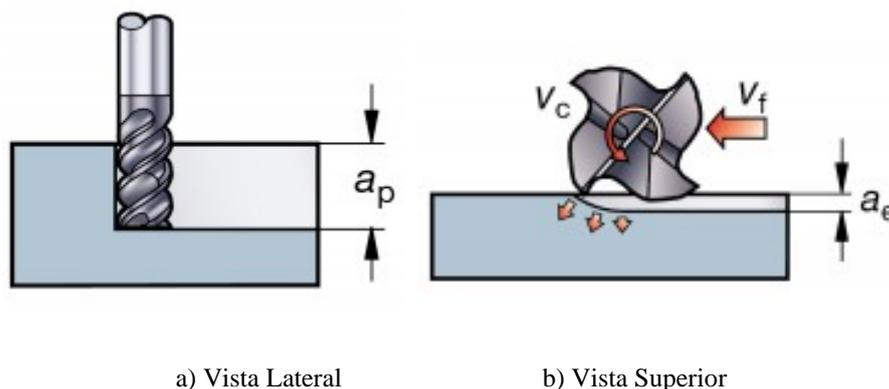
Figura 10 - Fresamento trocoidal



Fonte: Sandivik (2020).

Trindade (2018, *apud* Pleta e Mears, 2016) aponta o elevado tempo de usinagem como uma das principais limitações na aplicação da trajetória trocoidal. Por outro lado, os autores Pleta, Ulutan e Mears (2015), mostram uma realidade diferente, comprovando que a trajetória de usinagem trocoidal se mostra sete vezes superior em eficiência ao ser comparada com o fresamento de topo padrão. Isso se dá devido a força de corte radial pequena (decorrente da forma da trajetória) que exige menos estabilidade e permite uma profundidade de corte maior, a_p , ligada a uma profundidade de corte racial pequena, a_e – Figura 11.

Figura 11 - Aplicação do fresamento trocoidal – profundidades de corte



Fonte: Prismacim (2020)

Utilizando o contexto moldes e matrizes como objeto de estudo, Toni e Thomazi (2019) avaliaram o desempenho de duas estratégias diferentes, uma usinagem com trajetória trocoidal e outra com fresamento de topo por níveis. Como resultado obtiveram que a trajetória trocoidal mostrou uma eficiência de corte superior a 30% comparando-se ao fresamento por níveis, além de apresentar um menor desgaste da ferramenta.

Diante dessas vantagens apresentadas ao longo do capítulo, a aplicação desse método se mostra excelente para abertura de canais, quando as vibrações são um problema. Também se mostra bastante adequado para o fresamento de cavidades confinadas, canais e bolsões. Utilizações muito pertinentes na indústria de moldes e matrizes e aplicado a aços de baixa usinabilidade.

3.4 A relação entre a indústria e a academia

A necessidade de inserir-se com competitividade no mercado globalizado fez da construção de um diálogo frutífero entre a comunidade acadêmica e a indústria. Caracterizando um dos principais meios de transferência de conhecimento atualmente. Buscar alianças estratégicas entre as duas vertentes para usufruto de pesquisas cooperativas são importantíssimas, uma vez que separadas, tem um custo muito alto para ambos.

Segundo Vasconcellos (1997) a universidade passou a ser uma importante fonte de tecnologia para se obter competitividade, enquanto as empresas se tornaram uma fonte alternativa de recursos para as universidades, a fim de manter pesquisadores, atualizar equipamentos e melhorar o ensino. Apesar de todas as vantagens, sabe-se que existe uma série

de barreiras organizacionais, pessoais/profissionais e culturais, ocasionadas basicamente pelas diferenças de características e objetivos almejados por ambas as partes.

Dentro deste contexto, deve-se considerar saber como será a disseminação do conhecimento ainda no processo de inovação e pesquisa, de modo a enxergar o conhecimento como patrimônio global. A grande dificuldade para esta transferência ou até mesmo intercâmbio de conhecimento, é o nivelamento de objetivos, com benefício mútuo.

Segundo Rosenberg e Nelson (1994), a pesquisa universitária buscaria necessidades e aplicações requeridas pela indústria, e em contrapartida, a indústria buscaria aceitar que o foco da academia é o conhecimento, e não a recompensa a curto prazo. O conhecimento de suas motivações pode ser decisivo para o avance de ambas as entidades.

Quadro 1 sintetiza muito bem os principais interesses das duas instituições em promover o estreitamento deste relacionamento:

Quadro 1 – Universidade e indústria: particularidades na pesquisa

RAZÕES PARA AS UNIVERSIDADES COLABORAREM COM AS EMPRESAS	RAZÕES PARA AS EMPRESAS COLABORAREM COM AS UNIVERSIDADES
Aumentar fundos para pesquisa acadêmica e equipamentos de laboratório	Conduzir e orientar P&D para novas tecnologias e patentes
Testar a aplicação prática da pesquisa	Desenvolver novos produtos e processos
Obter visões na área da pesquisa	Resolver problemas técnicos
Olhar para oportunidades de negócios	Melhorar a qualidade do produto
Ganhar conhecimento sobre problemas práticos úteis para o ensino	Ter acesso à nova pesquisa, através de seminários e workshops
Criar oportunidades de estágio e emprego para os estudantes	Manter um relacionamento progressivo com a universidade e recrutar graduados

Fonte: PETMA (2018).

3.5 O conhecimento

O conceito de conhecimento é bastante amplo, etimologicamente, encontramos duas derivações para a surgimento da palavra, uma do latim *cognoscere*, que significa “saber” ou “conhecer”, e outra de origem grega, da palavra *gignoskein*, que significa “saber”. (MUNDO EDUCAÇÃO, 2020; ORIGEM DA PALAVRA, 2020).

Dada a importância da palavra, trazemos alguns dos significados pertinentes para o tema desta investigação. Com ajuda do Dicionário Michaelis (2020), podemos definir conhecimento como:

- 1 - Ato ou efeito de conhecer;
- 2 - Ato de conhecer por meio da razão e/ou experiência;
- 3 - Processo pelo qual se adquire um saber intelectual;
- 4 - Conjunto de informações que o homem aprendeu

Conhecendo esses conceitos, podemos ir mais além e chegar em algo mais específico, a transferência de conhecimento. Estudando este tema e associando às vivências obtidas na engenharia mecânica, chegamos a dois termos chamados “conhecimento tácito e conhecimento explícito”, os termos estão associados especificamente à forma como o conhecimento é obtido, o tema será melhor tratado no tópico seguinte.

3.6 Transferência de conhecimento

A transferência de conhecimento, é a ferramenta que utilizamos mesmo sem perceber, para perpetuar nosso legado intelectual. Dentro da indústria, o intercâmbio de conhecimento se dá de diversas maneiras.

A transferência de conhecimento não é operada apenas no *learningbydoingandusing* (campo do conhecimento tácito), mas também pode ser alcançado através de programas de educação na empresa, publicações, seminários, feiras, visitas técnicas, workshops, utilização de patentes e vários outros meios (campo do conhecimento codificado). (CYSNE, 2003, p. 277)

Com o parágrafo anterior verifica-se a definição sucinta de como entender o conceito de conhecimento tácito e conhecimento explícito (codificado). Definido como “*learningbydoingandusing*” que pode ser traduzido nesse contexto como “aprender fazendo e usando”, é uma boa explicação para a transferência do conhecimento tácito. Em outras palavras, a transferência de conhecimento que acontece entre os funcionários de uma empresa, funcionários mais experientes passam seu conhecimento para os funcionários mais novos. A via inversa também é possível, onde funcionários novos contribuem com novos conhecimentos e inovação.

O conhecimento explícito “trata-se de conteúdo claro e formal, que pode ser transmitido de maneira mais fácil do que o conhecimento tácito” (HUMANTECH, 2020). Ou como já citado na definição de Cysne (2003), publicações, feiras, workshops, ou seja, material tangível. O conhecimento explícito é o principal produto da academia, visto que é gerado por uma metodologia, e pode ser expresso com resultados em diferentes apresentações já mencionadas.

Como visto, o conhecimento, assim como a ciência, se compõe através da aplicação de técnicas, seguindo uma metodologia e se apoiando em fundamentos epistemológicos, isto é, em etapas e limites do conhecimento humano. Por esta razão, várias são as modalidades de pesquisa que podem ser aplicadas, baseadas sempre em aspectos epistemológicos, metodológicos e técnicos, para o seu adequado desenvolvimento.

3.7 Modalidades e metodologias de pesquisa científica

“A palavra metodologia vem do grego *methodos* (meta+hodós) significando “caminho para se chegar ao fim”. Método científico é o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento.” (GIL, 2006, p. 26).

A pesquisa científica leva a partir disto um conjunto de procedimentos sistemáticos, que se apoiam no raciocínio lógico e usa métodos científicos para encontrar soluções, ou discorrer sobre algum problema de interesse local ou para a comunidade. Desta maneira, o conhecimento e a seleção do tipo de pesquisa científica são fundamentais para a aquisição e manutenção do conhecimento.

3.7.1 Tipos de pesquisa científica quanto à abordagem

As pesquisas científicas podem ser classificadas em relação a sua abordagem como qualitativas ou quantitativas, ou ainda, conciliar as duas classificações. A seleção da abordagem fica a critério da área de estudo, assim como do objeto e do objetivo. O debate entre estas abordagens quantitativa e qualitativa é antigo nas ciências. “Sua diferença principal é a forma como os cientistas representam o real, percebendo a realidade social através de números (para os quantitativistas) ou de aspectos subjetivos (para os qualitativistas).” (FERREIRA, 2015, p.6)

A pesquisa quantitativa traduz opiniões e numera em informações utilizadas para a sua classificação e posterior análise. Segundo Ferreira (2015) A origem do quantitativismo está associada à filosofia da ciência, com Galileu e Newton, e está presente na linha de pensamento

empirista e positivista. O empirismo entende que o conhecimento científico está nos fatos, então o trabalho científico deve primar pela purificação do objeto, abstendo-se do que não é essencial, para que o pesquisador possa descrever os fatos gerais e reproduzíveis. O positivismo percebe o avanço das sociedades como fenômeno motivado, apenas, pelo desenvolvimento tecnológico, principalmente, decorrente das ciências naturais.

Para a pesquisa qualitativa, considera-se que existe uma relação entre o mundo e o sujeito, além daquela traduzida em números. Essa modalidade de pesquisa é descritiva e o pesquisador analisa seus dados indutivamente o que caracteriza uma pesquisa subjetiva com nuances que não são quantificáveis por si só. Muitas vezes, sob o título de pesquisa qualitativa, “encontram-se variados tipos de investigação, apoiados em diferentes quadros de orientação teórica e metodológica, tais como a etnografia¹, o materialismo histórico e a fenomenologia”. (GODOY, 1995, p.61).

3.7.2 Tipos de pesquisa científica quanto aos objetivos

Quanto a seus objetivos, uma pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou explicativa. Com o objetivo de caracterizar certo fenômeno de estudo, a pesquisa descritiva busca descrever certas características da população. Ela estabelece relações entre variáveis, em suma, a técnica adotada se dá com coleta de dados padronizado, como questionários e técnicas de observação.

A pesquisa exploratória objetiva proporcionar maior familiaridade com o tema, através do levantamento de informações sobre um determinado objeto de estudo. Ela delimita seu campo de trabalho e segue com o mapeamento das condições de manifestação desse objetivo. Em geral, envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências e/ou análise de exemplos.

A pesquisa explicativa é aquela que vai além de registrar e analisar os fenômenos estudados. Esse tipo de pesquisa busca identificar causas que determinam o porquê atrelado ao objeto de estudo, seja através da aplicação de algum método experimental ou através de interpretações atreladas a métodos qualitativos.

3.7.3 Técnicas de pesquisa

Segundo Severino (2007) as técnicas de uma pesquisa são os procedimentos operacionais que servem de mediação para a realização das pesquisas. Como tais, podem ser utilizadas em pesquisas conduzidas mediante diferentes metodologias. Definido o tipo de abordagem e o objetivo da pesquisa a técnica adotada estará ligada a prática da coleta de dados. As principais técnicas e exemplos de modelo são:

- Documentação direta: pesquisa de campo e pesquisa de laboratório;
- Documentação indireta: pesquisa documental e bibliográfica;
- Observação direta intensiva: observação e entrevistas;
- Observação direta extensiva: questionários, formulários e pesquisa de mercado

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A execução deste trabalho parte de uma pergunta orientadora que pode ser sintetizada a partir dos objetivos apresentados anteriormente: as pesquisas desenvolvidas em engenharia mecânica estão impactando o mercado?

A partir da problemática apresentada, foi possível organizar a execução deste trabalho, apresentada nos seguintes tópicos – Quadro 2:

Quadro 2 – Etapas de execução da pesquisa

ETAPA	TÓPICOS DO ESTUDO	SUBTÓPICOS DO ESTUDO
1	Seleção do escopo do estudo	-
2	Seleção do método investigativo	Criação do formulário
3	Coleta das informações	Público alvo Método de coleta
4	Análise dos resultados	Estratificação Formatação

Fonte: A autora (2020).

4.1 Seleção do escopo do estudo

Esta pesquisa, investiga como é feita a transferência de conhecimento dentro do campo usinagem e, mais especificamente, o fresamento trocoidal. Teve sua abrangência delimitada a nível nacional do estudo, com o enfoque em empresas do ramo de usinagem que atuam com a estratégia trocoidal e em profissionais da área de programação e operação CNC que tem conhecimento sobre o assunto.

4.2 Seleção do método investigativo

Como descrito na fundamentação teórica deste trabalho, a pesquisa científica leva em conta um conjunto de procedimentos sistemáticos que neste contexto se dá através da abordagem científica, natureza da pesquisa e técnica da pesquisa. Isso fortalece a composição do objeto de estudo que se apoia sobre o raciocínio lógico e seus métodos científicos para encontrar soluções, ou discorrer sobre algum problema de interesse.

Para a execução do trabalho, adotou-se a abordagem de pesquisa quantitativa, isso significa traduzir opiniões e número em informações utilizadas para a sua classificação e posterior análise. A natureza se deu no tipo exploratória, que segundo Cervo, Bervian e Silva (2007), busca descrever uma situação e descobrir a relação entre os componentes que a formam, busca considerar os mais diversos aspectos de um problema. Gil (2007) define também, que este método proporciona maior familiaridade com o problema, possibilitando a formação de hipóteses. A técnica da pesquisa foi através de um questionário, conjunto de questões sistematicamente articuladas, que se destinaram a levantar informações pertinentes sobre os objetivos diante dos sujeitos pesquisados.

4.3 Coleta de informações

Para estabelecer contato com profissionais da área de usinagem, público-alvo desta pesquisa, foi utilizada a plataforma *LinkedIn*, principal rede social para conexões profissionais. O uso deste site possibilitou contato eficiente com profissionais de diversos estados do Brasil que atuam no ramo mencionado.

O estudo envolveu toda a população do grupo *PROGRAMADORES DE CNC* na plataforma descrita acima e utilizou de elementos da estatística descritiva para descrever e avaliar, sob diversos ângulos, o conjunto de dados obtidos da amostra que respondeu ao questionário. A literatura aponta que o percentual médio de retorno de respostas em questionários on-line é de 20%, mas foi almejado o máximo possível devido apelo e metodologia da pesquisa de campo exploratório. Como o trabalho não pretende aplicar estatística inferencial, o perfil identificado pela pesquisa representou apenas as características dos respondentes da mesma. Ao todo foi mapeada uma população de 164 pessoas com adesão de 55, participantes (cerca de 34%) que acessaram o questionário (APÊNDICE A).

Para reunir dados suficientes para à análise de resultados e para cumprir os objetivos estabelecidos, foi desenvolvido e aplicado um questionário (APÊNDICE A) por meio do Google Forms, uma ferramenta da empresa Google, com função de coletar e organizar informações através da captura rápida de respostas para perguntas personalizadas. A escolha dessa ferramenta foi por conta de seu caráter online, ou seja, compatível com qualquer navegador e sistema operacional. Outro benefício desta ferramenta a larga utilização o que a torna confiável para acesso e de fácil utilização.

A técnica de pesquisa adotada na coleta de informações foi do tipo questionário. O conjunto de questões objetivas, contou com cinco sessões de perguntas que buscou analisar sequencialmente perfil dos respondentes; perfil das empresas nas quais os entrevistados trabalham. A escolha das sessões e perguntas se justifica como um filtro para análise de profissionais que atuam com o fresamento trocoidal e aplicam em seu dia a dia de trabalho. Selecionados, buscou-se identificar como esses profissionais costumam adquirir conhecimentos específicos de sua área de atuação.

4.4 Análise de dados

Para análise e interpretação dos dados obtidos a partir do formulário acima citado, foi utilizada a ferramenta *Excel* do software *Microsoft Office 365*, o que facilitou a quantificação e leitura das informações obtidas. A informação foi organizada através de gráficos de setores (pizza), onde os valores de cada categoria estatística representada são proporcionais às respectivas frequências e demonstram proporcionalmente a distribuição das respostas.

O gráfico de setores foi utilizado para dados qualitativos nominais. Apenas uma das perguntas teve as respostas tratadas para uma melhor interpretação dos resultados. O modelo escolhido foi o de gráfico de barras e está representado em dois momentos das análises para facilitar a visualização num critério de priorização de uma análise que permitia ao entrevistado mais de uma opção de escolha.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

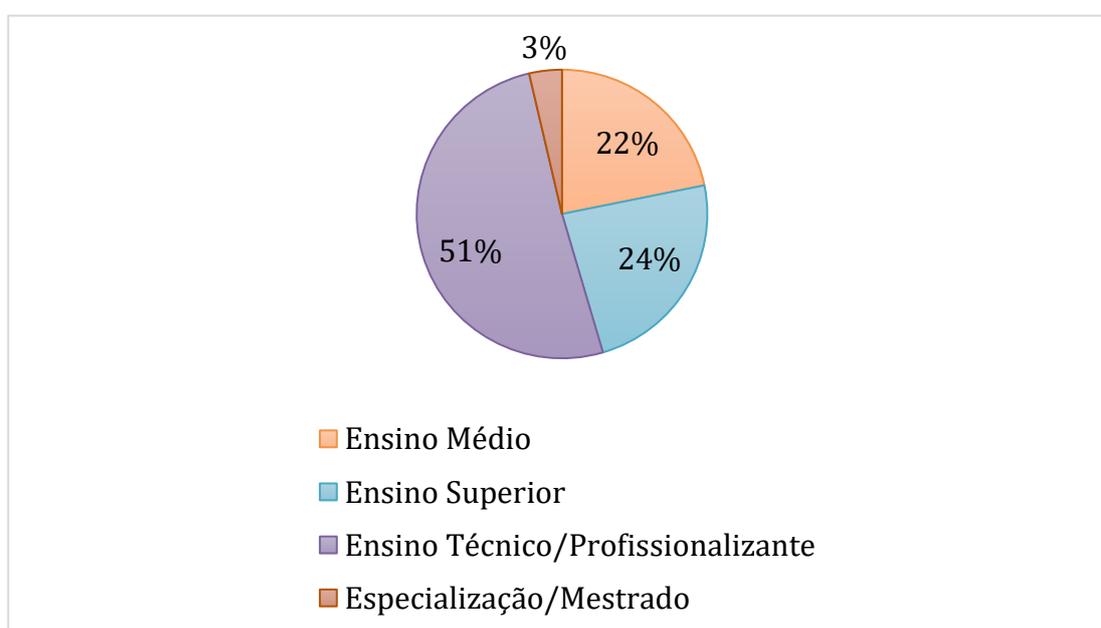
Para o melhor direcionamento do trabalho, foi definida a abrangência nacional para fins de verificação do estudo proposto. Dentre as 164 pessoas mapeadas para o estudo o 34% se voluntariaram a participar. Dessas 55 que responderam à pesquisa, cerca de 71% foram do estado de São Paulo, em outros números, 39 pessoas. A pesquisa teve alcance a participantes de 7 outros estados, são eles: Acre (3), Santa Catarina (3), Rio de Janeiro (3), Minas Gerais (3), Paraná (2), Pernambuco (1) e Rio Grande do Sul (1).

Apesar dos dados apresentados acima, não foram feitas interpretações relacionando os seguintes resultados com a localização do entrevistado. Isto porque não se vê relevância direta no escopo do estudo com o estado ou região onde residem os respondentes, o campo foi inserido na pesquisa para auxiliar na visualização do alcance nacional da plataforma utilizada.

5.1 Perfil profissional dos entrevistados

Com o objetivo de conhecer melhor os profissionais da área de usinagem, a sessão 1 contou com cinco questões onde os entrevistados responderam inicialmente sobre: formação educacional, tempo de experiência e se estão ativos atualmente no mercado de trabalho. A Figura 12 nos mostra a predominância do nível médio entre os profissionais.

Figura 12 – Nível de instrução



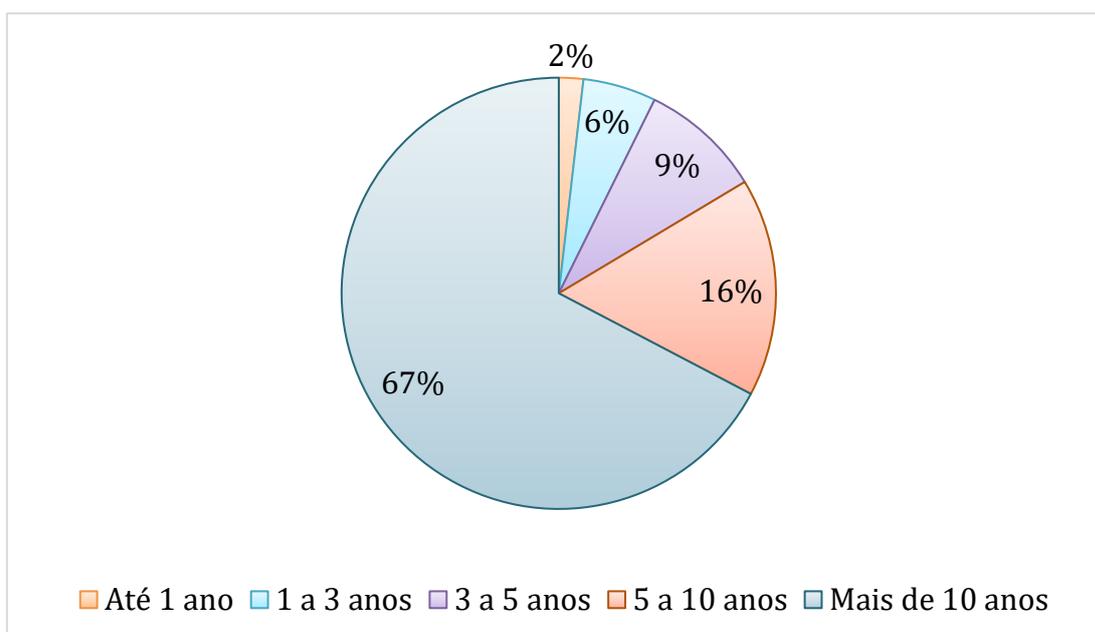
Fonte: A autora (2020).

Na etapa de formulação de perguntas, foi julgado pertinente inserir o ensino técnico como uma categoria à parte, mesmo sabendo que este é um nível enquadrado, muitas vezes, paralelamente no ensino médio. A justificativa se dá pela inclusão do meio laboral, e mais especificamente numa área como a mecânica, este discernimento quanto à formação acaba se mostrando relevante. Desta maneira, tem-se 28 profissionais de nível técnico e 12 do nível médio, totalizando 73% dos profissionais entrevistados.

A informação sobre a formação educacional dos entrevistados é importante nesta etapa inicial de discussões. Uma vez que este trabalho busca compreender se o conhecimento gerado na academia através da pesquisa, está chegando aos locais de trabalho destas pessoas. Constatase a partir dos dados que apenas 27% dos entrevistados – 3% com especialização ou mestrado e 24% com ensino superior – tiveram envolvimento direto no local onde o conhecimento da academia vem sendo gerado prioritariamente.

Na Figura 13 verifica-se o dado sobre o tempo de experiência dos entrevistados, como se nota no gráfico, a maioria dos pesquisados possui mais de 10 anos na área de usinagem. Um dado relevante para a pesquisa, pois ela será conduzida sob um escopo de profissionais experientes na área de usinagem, isto quer dizer, profissionais que deveriam buscar algum tipo de conhecimento para manterem-se atualizados sobre novas tecnologias.

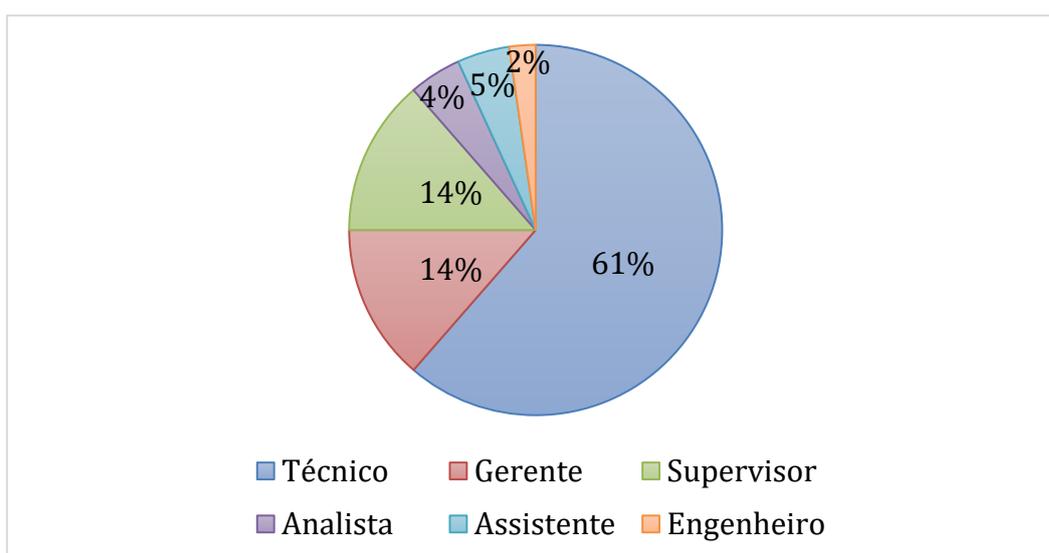
Figura 13 – Tempo de experiência na área de usinagem



Fonte: A autora (2020).

Como o público-alvo desta pesquisa foi o trabalhador da área de usinagem, é justificável uma maior quantidade de funcionários de nível técnico. Na Figura 14 se verifica que dentre os pesquisados que estão atuando atualmente no mercado, 61% trabalha como técnico, ou seja, diretamente com a prática da usinagem. Logo em seguida tem-se 28% no perfil de liderança, isto é, 14% atuando como gerentes e 14% atuando como supervisores. Cargos estes que também estão ligados ao conhecimento prático das técnicas de usinagem e que podem ser provedores de fóruns que promovam a disseminação do conhecimento.

Figura 14 – Cargo exercido atualmente



Fonte: A autora (2020)

5.2 Pesquisa e desenvolvimento na indústria

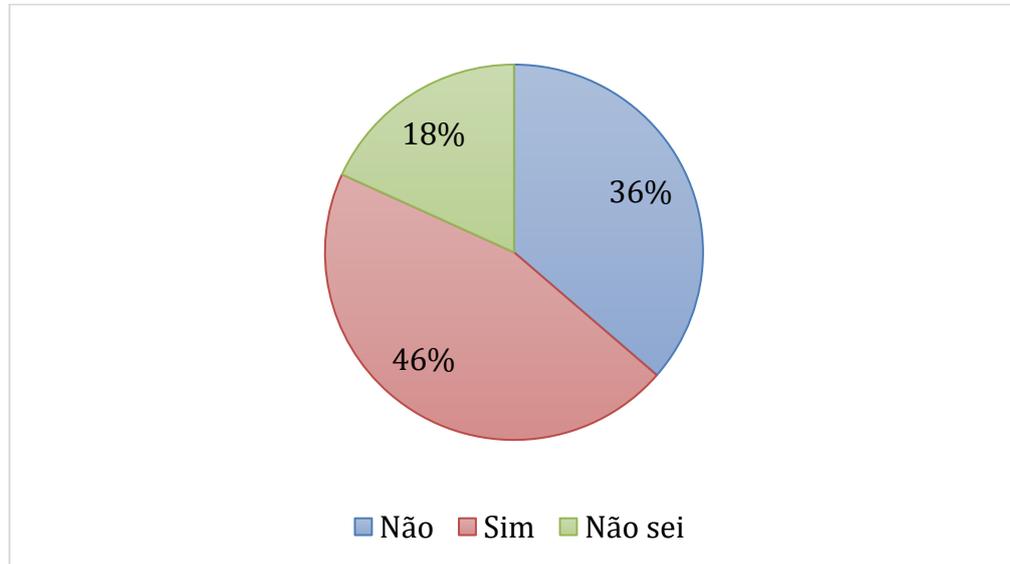
Nesta seção analisa-se como o setor industrial está buscando o desenvolvimento dos próprios processos e funcionários. Os pesquisados responderam sobre a frequência em que se realizam treinamentos internos e se são realizadas parcerias com instituições de ensino. O que se busca nesta etapa é identificar se a academia dispõe de aberturas para se fazer aportes dentro da indústria. Para estes resultados foram utilizados os dados dos 44 pesquisados que afirmaram estar trabalhando atualmente.

A pergunta inicial é pautada para entender se há dentro das empresas que os entrevistados atuam algum setor dedicado à pesquisa, inovação e melhoria de seus processos. O resultado positivo – cerca de 73% dos entrevistados afirmam que sim – indica que de alguma forma estas

empresas precisam manter algum contato com parcerias ligadas as já mencionadas pesquisas, inovações ou melhorias de processos.

Na sequência, Figura , aproximadamente metade dos entrevistados confirmam que há parcerias entre o local onde trabalham e alguma instituição dedicada à pesquisa e inovação.

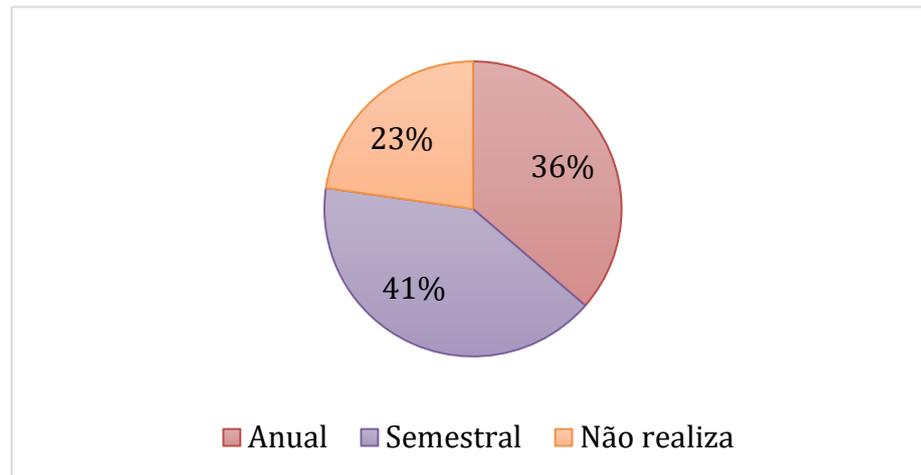
Figura 15 - Empresas com parcerias com instituições de ensino



Fonte: A autora (2020)

Outro resultado pautado nesta seção, está representado na Figura , onde os 44 entrevistados responderam sobre a periodicidade de treinamento praticado em suas empresas. Apesar do campo da usinagem mecânica nem sempre está em constante desenvolvimento, tem-se os 77% de respostas positivas em relação a manutenção de uma periodicidade de treinamentos. Com frequência estabelecida de 41% semestral e 36% anuais os entrevistados afirmam ter em suas empresas certo tipo contato com treinamentos.

Figura 16 - Periodicidade de treinamentos



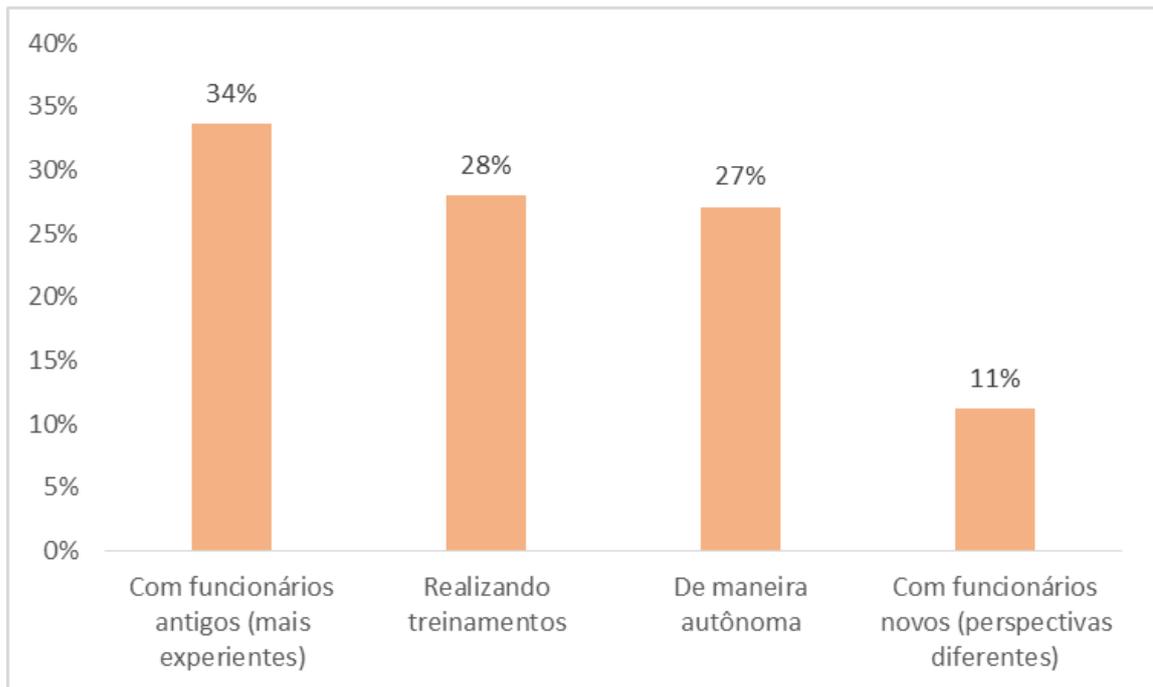
Fonte: A autora (2020)

5.3 Acesso à informação

Para análise desta seção leva-se em consideração os 55 participantes iniciais da pesquisa com foco na transferência de conhecimento. Isto é, em como os profissionais de usinagem buscam se desenvolver e como se atualizam das novas tecnologias. O principal objetivo é entender como ocorre a transferência de conhecimento, a fim de melhorar os impactos do trabalho que é feito na academia.

A Figura 17 traz um dos mais relevantes questionamentos da pesquisa, neste ponto os entrevistados puderam selecionar mais de uma opção, quando perguntados como costumavam aprender coisas novas. Esta pergunta traz referências sobre o conceito de conhecimento tácito e explícito - tópicos abordados no referencial teórico - e contribuem para a compreensão da transferência de conhecimento nas indústrias.

Figura 17 – Como você costuma aprender coisas novas?



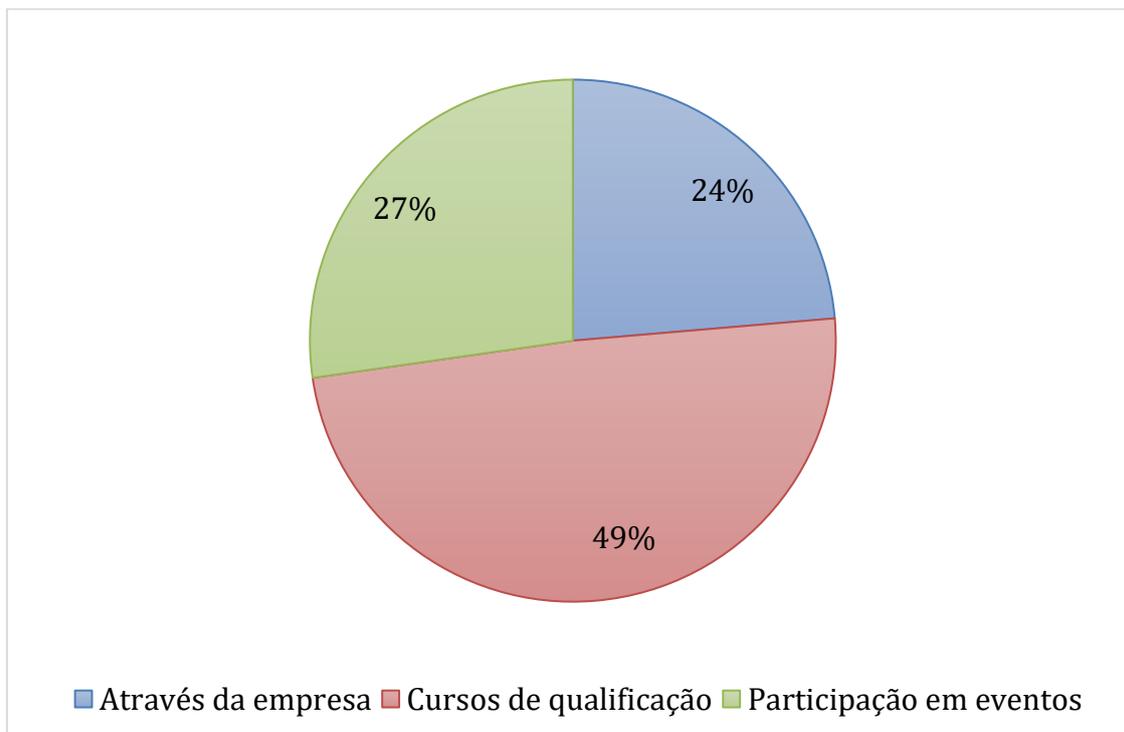
Fonte: A autora (2020)

Os resultados mostram dois pontos que merecem um pouco mais de atenção, a opção mais assinalada mostra a confiança e a aceitação que o conhecimento prático tem sobre o conhecimento metodológico. Já que 73% do total das respostas, pontuam para conhecimentos recebidos através de práticas de trabalho ou aprendizagem com colegas de trabalho. O mais relevante disto é, 34% de aprendizagem pontuada se dá pela transferência entre colegas, onde um mais experiente ensina a técnica ao parceiro.

Analisando a adesão ao que mais se acercam ao conhecimento explícito - conhecimento praticado na academia - são as opções que evidenciam o aprendizado através de treinamentos. A aceitação de 27% no apurado absoluto das respostas, conta que com treinamentos como fonte de conhecimento. Esse fato pode ser justificado, principalmente, pela necessidade de especialização das empresas que atuam nesta área.

Na próxima figura se evidencia uma abordagem que faz referência exclusivamente ao conhecimento explícito.

Figura 18 – Como você se capacita sobre os avances realizados na área de usinagem?



Fonte: A autora (2020)

O resultado apresentado na Figura 18 difere do exposto anteriormente na Figura 17 porque neste o foco é apresentar como os entrevistados têm acesso ao conhecimento explícito, ou seja, o conhecimento de maneira técnica, com metodologia, e que pode ser certificado. O resultado nos mostra que a indústria da usinagem, apesar de maior interessada e beneficiada neste aspecto, não é a principal fonte quando falamos de conhecimento explícito. Este resultado discorda com o que foi apresentado na Figura e Figura , onde apesar dos entrevistados confirmarem a periodicidade de treinamentos e parcerias com instituições de ensino, apenas 24% deles marcaram a empresa como provedor de capacitação.

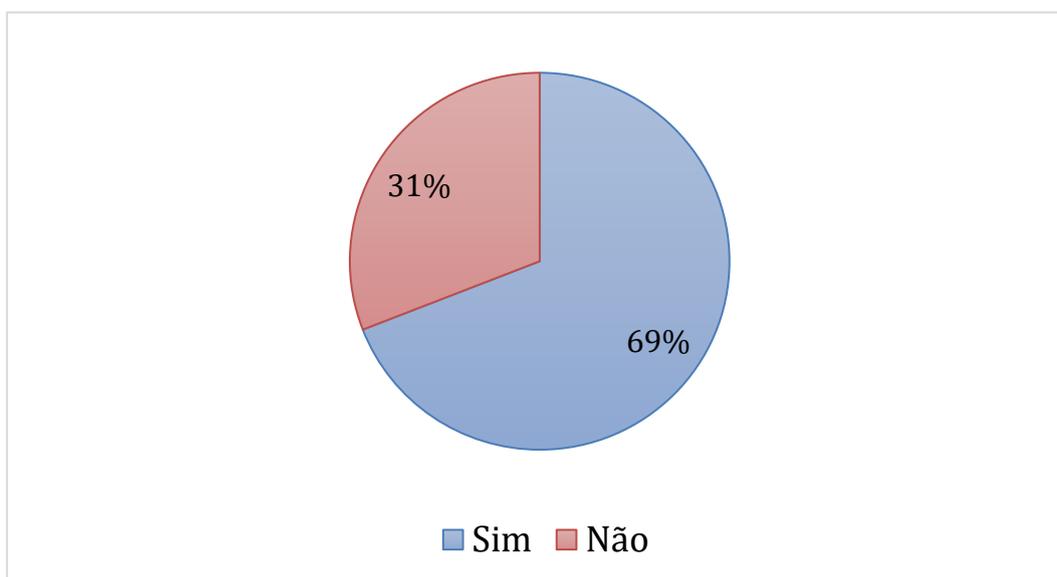
5.4 Usinagem trocoidal

Chegando a última seção da pesquisa, buscou-se identificar e caracterizar como está ocorrendo a evolução dos novos avanços da utilização da usinagem trocoidal na indústria. Reforçando que todos os entrevistados estão imersos dentro do contexto da pesquisa, os resultados mostram a verificação dos objetivos propostos no trabalho.

A Figura 19 mostra que 31% dos entrevistados afirmaram não conhecer a usinagem trocoidal. São 17 pessoas de um total de 55 profissionais da área de usinagem que nunca tiveram

contato com essa estratégia de fresamento ou que podem fazer uso da técnica mesmo desconhecendo a nomenclatura ou metodologia de aplicação. Nesse ponto do trabalho, vale ressaltar que propósito de escolher a usinagem trocoidal como contexto da pesquisa, se dá ao fato dos novos avanços nesta área, ao passo que esta já é uma tecnologia amplamente utilizada para a usinagem de rasgos e canais.

Figura 19 - Você conhece a usinagem trocoidal?

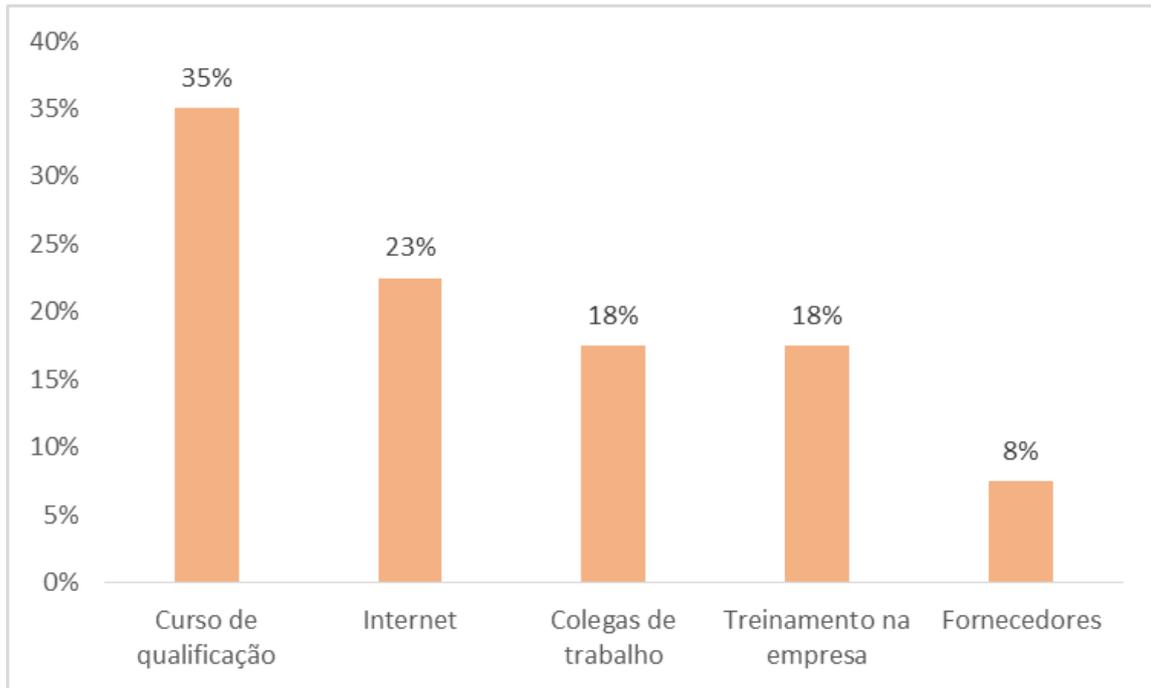


Fonte: A autora (2020)

Dentre os 38 entrevistados que afirmaram conhecer a usinagem trocoidal, 33 deles também confirmaram saber aplicar a estratégia de usinagem. Ainda dentro deste resultado, cabe comentar que 2 dos entrevistados apesar de não saberem aplicar a técnica, conhecem suas vantagens e aplicações. Com o objetivo de verificar a origem desse conhecimento o resultado foi perguntado aos entrevistados como se deu seu conhecimento sobre a técnica.

Nesta seção, as respostas disponíveis no formulário eram: treinamento na empresa, colegas de trabalho, e cursos de qualificação. Os entrevistados dispuseram de um espaço livre para informar o meio de obtenção do conhecimento, caso este não estivesse listado. Desta maneira, recebendo respostas diversas, o resultado foi agrupado em respostas similares em outros dois grupos que se vêem na Figura 20, que são: internet e fornecedores. As respostas originais podem ser consultadas no APÊNDICE B.

Figura 20 - Como você conheceu a usinagem trocoidal?



Fonte: A autora (2020)

O que é possível identificar neste resultado é que apesar da maioria dos trabalhadores terem algum conhecimento sobre a estratégia de usinagem trocoidal, apenas 14 deles (35%) obtiveram seus conhecimentos através de cursos de qualificação. Em seguida, a internet aparece como principal meio de obtenção desse conhecimento com 23% de adesão.

Estes resultados da Figura 20 demonstram que forma de obtenção do conhecimento, até mesmo quando tratamos de conhecimentos técnicos e especializados é bastante influenciada pelo uso da internet. Ainda é possível notar neste resultado, a fraca participação das indústrias em fornecer conhecimento especializado para os seus funcionários sobre usinagem trocoidal e a mínima contribuição de fornecedores na disseminação do conhecimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises apresentadas no item anterior geram a resposta da pergunta de pesquisa. A princípio, como se dá a transferência entre o que é desenvolvido na academia e o que se é necessário na indústria, dentro do escopo da usinagem trocoidal. Conforme levantado por meio de enquetes, há grande participação da internet nesse processo de transferência de conhecimento. Entender este mecanismo possibilita para a comunidade científica traçar estratégias eficazes, de modo a aumentar os impactos das pesquisas acadêmicas desenvolvidas e aplicadas no mercado brasileiro.

Sem nenhuma influência direta do que se trabalha na academia, já que os meios citados no formulário circulam através de transferência de documentos via *Whatsapp*, acesso a canais de *Youtube*, ou pesquisas em blogs de usinagem mecânica. A partir disso, é possível concluir que a busca pelo conhecimento se dá de maneira autônoma, ou seja, por iniciativa própria dos trabalhadores, e pelos meios que mais lhes parecem acessíveis, sem muito critério ao escolher a confiabilidade da fonte de informação.

A pesquisa contou com a participação de entrevistados de 8 estados, com predominância de participantes do estado de São Paulo. Contudo, analisando as respostas, se vê que a busca individual dos participantes pelo conhecimento, sem depender da região de origem ou da empresa na qual exercem a profissão. Esse aspecto denota a preocupação dos profissionais em estarem atualizados quanto aos processos em desenvolvimento, faltando apenas conhecerem o potencial inovativo que a academia pode prover.

A pesar de grande potencial em colaborações foi verificado que os interesses que permeiam as parcerias entre academia e indústria ainda divergem muito sobre o produto destas. O que reflete em poucos estudos que relatam os avanços relacionados aos processos de inovação de usinagem trocoidal oriundos desta parceria. Contudo ainda assim há aplicação das novas técnicas desenvolvidas na academia, trazendo benefícios as unidades de operação.

Nota-se, através do embasamento teórico atrelado ao resultado da pesquisa que o principal empecilho para os processos de usinagem trocoidal, podem ser tanto a limitação técnicas das máquinas ferramentas quanto a velocidade praticada no processo. Em relação ao desenvolvimento de ferramentas e softwares, o mercado consegue suprir a necessidade, inclusive com o desenvolvimento de produtos específicos para essas operações.

6.1 Sugestões para pesquisas futuras

Foi possível verificar entre os entrevistados, que cerca de metade das empresas que utilizam estratégias de usinagem trocoidal já realizaram parcerias com instituições de ensino para pesquisa e desenvolvimento. Contudo, não foi possível diante do escopo do trabalho, verificar o produto destas parcerias ou que alcance este tipo de união obteve.

Diante de um contexto de expansão para pesquisas futuras, as principais sugestões são o aumento do tempo, do alcance e o refinamento da abordagem no processo de coleta de respostas no questionário. Também a redução do questionário com o objetivo de focar questões sobre funcionários que estejam focados nas melhorias dos processos trocoidais.

Outro ponto muito relevante para próximos passos é identificar dentro da academia como é vista a transferência do conhecimento para a indústria. Se há uma única ou diversas motivações para o desenvolvimento de projetos de pesquisa voltados para a usinagem trocoidal. Além disso, é pertinente constatar se a academia está a par das necessidades atuais do mercado e de que maneira as escolas técnicas estão relacionadas com essas necessidades.

REFERÊNCIAS

- CASARIN, S. J. **Manufatura mecânica: usinagem**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
- CASSANIGA, F. A. **Fácil programação do controle numérico**. 2 Ed. São Paulo: Editora CNC Tecnologia, 2005.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 10 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.
- CIMM – Centro de Informação Metal Mecânica. **Características das operações de fresamento**. Disponível em: <https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/7450-caracteristicas-das-operacoes-de-fresamento>. Acesso em: 22/06/2020.
- CYSNE, M. R. F. P. **Transferência de conhecimento entre a universidade e a indústria: serviços de informação para empresas de pólos tecnológicos**. 2003. 324f. - Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Fortaleza (CE), 2003.
- DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 8. Ed. São Paulo: Artliber Editora, 2010.
- ESPRITCAM. **High-SpeedMachining**. Disponível em: <<https://www.espritam.com/product/high-speed-machining#>>. Acesso em 04/10/2020.
- EUROSTEC. **Fresadora CNC – T5 HIGHSPEED**. Disponível em: <<https://www.eurostec.com.br/fresadora-cnc-t5-highspeed>>. Acesso em: 07/09/2020.
- FACCIO, I.; BATALHA, G. F. Novos desenvolvimentos em usinagem em alta velocidade. In: WORKSHOP NOVOS DESENVOLVIMENTOS EM ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 1., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 2004.
- FERRAMENTAL. **Usinagem precisa de alta velocidade**. Disponível em: <<https://www.revistaferramental.com.br/?cod=artigo/usinagem-precisa-alta-velocidade/>>. Acesso em: 23/06/2020
- FERREIRA, J.C; OCHOA, D.M. **A method for generating trochoidal tool paths for 2½D pocket milling process planning with multiple tools**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, v. 227, n.9, p. 1287-1298, 2013.
- FERREIRA, Carlos Augusto Lima. **Pesquisa quantitativa e qualitativa: perspectivas para o campo da educação**. Dissertação (Doutorado em História) – Departamento de Educação da Universidade Autônoma de Barcelona – UAB, 2015.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GÜHRING. **Fresamento**. Disponível: <<https://www.guhring.com.br/fresamento>>. Acesso em 03/10/2020.

GODOY, Arilda Schmidt. **Pesquisa Qualitativa – tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo: RAE, v. 35, p. 20-29, maio/junho 1995.

KYOCERA. **Série 51M: Fresamento Trocoidal**. Disponível em: <<https://www.kyocera-components.com.br/pages/51m.php>>. Acesso em 03/10/2020.

MACHADO, A. R.; ABRÃO, A. M.; COELHO, R. T.; SILVA, M. B. **Teoria da usinagem dos materiais**. 1. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

MARCICANO, João Paulo P. **Introdução ao Controle Numérico**. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/pmr2202/arquivos/aulas/cnc.pdf>>. Acesso em 23/11/2020.

MAZAK. **UN-600/30V**. Disponível em: <<https://www.mazak.com.br/machines/un-600v/>>. Acesso em 07/09/2020.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/conhecimento>>. Acesso em: 22/07/2020.

MICHALOWSKA, Z. M; KUCZMASZEWSKI, J; Pieśko, P; LOGIN, W. **Influence of Machining Strategies and Technological History of Semi-Finished Product on the Deformation of Thin-Wall Elements After Milling**. Advances in Science and Technology Research Journal, v. 11, ed. 3, p. 289-296, 2017.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Conhecimento**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/filosofia/conhecimento.htm>>. Acesso em: 22/07/2020.

OPEN MIND. **hyperMILL for SOLIDWORKS**. Disponível em: <<https://www.openmind-tech.com/fileadmin/pdf/cam/cad-integrations/bro-solidworks-cad-integration-hypermill-br.pdf>>. Acesso em: 04/10/2020.

ORIGEM DA PALAVRA. **Qual a origem da palavra “conhecer”?**. Disponível em: <<https://origemdapalavra.com.br/palavras/conhecer/>>. Acesso em: 22/07/2020.

PASKO, R; PRZYBYLSKI, L; SLODKI, B. **High speed machining (HSM) – the effective way of modern cutting**. International Workshop CA Systems And Technologies, p. 72-79, 2002.

PLETA, A.; ULUTAN, D.; MEARS, L. **An Investigation of Alternative Path Planning Strategies for Machining of Nickel-Based Superalloys**. Procedia Manufacturing, v. 1, p. 556-566, 2015. <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.09.032>>. Acesso em 19/06/2020.

PETMA. **Por que você deveria aproximar sua empresa da Universidade**. <http://www.petma.com.br/v6/2018/11/por-que-voce-deveria-aproximar-sua-empresa-da-universidade/>>. Acesso em 10/12/2020.

PRISMACIM. **El mecanizado trocoidal vs. el mecanizado tradicional**. Disponível em: <<https://prismacim.com/mecanizado-trocoidal-vs-mecanizado-tradicional/>>. Acesso em 19/06/2020.

RODRIGUES, R. A.; SUYAMA, I. D.; MATSUMOTO, H.; TOKIMATSU, C. R.; NORCINO, B. A.; JUNIOR, da C. J. E. **Usinagem com alta velocidade de corte aprimora a vida em fadiga da peça**. 6º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação - Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.

ROSENBERG, N; NELSON, R. R. **American universities and technical advance in industry**. Research Policy, v. 23, ed. 3, p. 323-348, 1994. ISSN 0048-7333, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)90042-6).

SANDVIK. **Fresamentotrocoidal e fatiamento**. Disponível em: <<https://www.sandvik.coromant.com/pt-pt/knowledge/milling/milling-holes-cavities-pockets/pages/slicing-trochoidal-milling.aspx>>. Acesso em: 19/06/2020.

SCHULZ, H. **The History of high speed machining**, Revista de Ciência e Tecnologia, Piracicaba, v. 7, n.13, p. 9-18, 1999.

SOUZA, A. F. **Usinagem em altas velocidades (HSC) aplicada à confecção de moldes**. Revista Ferramental, 1 Ed., p. 37-41, 2005.

TECNOMECÂNICO. **Fresadoras**. Disponível em: <<https://tecmeccanico.blogspot.com/2011/10/fresadoras.html>>. Acessado em 10/05/2020.

BLOG METTZER. **Tipos de pesquisa: da abordagem, natureza, objetivos e procedimentos**. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>> Acessado em 24/11/2020.

TONI, E.; THOMAZI, E. **Comparação entre as estratégias trocoidal e por níveis em z no fresamento de componentes fabricados em aço SAE 1045**. PEnsE 2019 - 5ª Jornada Científica, Tecnológica e Cultural do IFRS Campus Farroupilha. Anais (on-line). Rio Grande do Sul, 2019. Disponível em: <https://web.farroupilha.ifrs.edu.br/sif/eventos/detalhe_trabalho/352/?parametros_list=>>. Acesso em: 17/06/2020.

TRINDADE, K. K. A. **Desenvolvimento e avaliação de estratégias trocoidais para o fresamento do aço AISI 4340 temperado e revenido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Natal, 2018.

USINAGEM BRASIL. **Para Iscar, fuso SpinJet revolucionará usinagem HSM**. Disponível em: <<http://www.usinagem-brasil.com.br/9421-para-a-iscar-fuso-spinjet-revolucionara-usinagem-hsm/>>. Acesso em 03/10/2020.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO UTILIZADO PARA A PESQUISA.**Seção 1 de 5: perfil profissional dos entrevistados**

Endereço de e-mail

Nome

Estado

- AC
- AL
- AP
- AM
- BA
- CE
- DF
- ES
- GO
- MA
- MT
- MS
- MG
- PA
- PB
- PR
- PE
- PI
- RJ
- RN
- RS
- RO
- RR
- SC
- SP
- SE
- TO

Qual seu nível de instrução?
<input type="checkbox"/> Ensino Médio
<input type="checkbox"/> Ensino Técnico/Profissionalizante
<input type="checkbox"/> Bacharelado/Licenciatura/Tecnólogo
<input type="checkbox"/> Mestrado
<input type="checkbox"/> Doutorado
<input type="checkbox"/> Outros...

Quanto tempo de experiência você tem?
<input type="checkbox"/> Até 1 ano
<input type="checkbox"/> 1 a 3 anos
<input type="checkbox"/> 3 a 5 anos
<input type="checkbox"/> 5 a 10 anos
<input type="checkbox"/> Mais de 10 anos

Você está empregado?
<input type="checkbox"/> Sim
<input type="checkbox"/> Não

Seção 2 de 5: perfil das empresas dos entrevistados empregados

Como se classifica sua empresa?
<input type="checkbox"/> Microempresa (até 19 colaboradores)
<input type="checkbox"/> Pequeno porte (20 a 99 colaboradores)
<input type="checkbox"/> Médio porte (100 a 499 colaboradores)
<input type="checkbox"/> Grande porte (acima de 500 colaboradores)

Qual seu cargo atual?
<input type="checkbox"/> Gerente
<input type="checkbox"/> Supervisor
<input type="checkbox"/> Técnico
<input type="checkbox"/> Analista
<input type="checkbox"/> Estagiário
<input type="checkbox"/> Assistente
<input type="checkbox"/> Engenheiro (processos)
<input type="checkbox"/> Outros...

A empresa a qual você faz parte já realizou algum tipo de parceria com instituições de ensino para a realização de testes/pesquisas?
<input type="checkbox"/> Sim
<input type="checkbox"/> Não

Não sei

Com que frequência a empresa na qual você atua disponibiliza treinamentos aos colaboradores?

- Semestral
 Anual
 Não realiza
 Outros...

Seção 3 de 5: desenvolvimento pessoal

Como você costuma aprender coisas novas?

- Com funcionários antigos, mais experientes
 Com funcionários novos, perspectivas diferentes
 Por mim mesmo, testando procedimentos diferentes quando há oportunidade
 Realizando treinamentos

O que você mais leva em consideração ao procurar por uma nova tecnologia para sua empresa?

- Tempo médio de retorno do investimento
 Custo do investimento
 Melhoria na qualidade do seu produto
 Produtividade
 Otimização de processos
 Facilidade de implementação

Como você se capacita sobre os avances realizados na área de usinagem?

- Através da empresa
 Participação em eventos
 Cursos de qualificação

Seção 4 de 5: condicional - conhecer usinagem trocoidal

Você conhece usinagem trocoidal?	
<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

Seção 5 de 5: aplicação de usinagem trocoidal

Você sabe aplicar usinagem trocoidal?	
<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

Como você conheceu a usinagem trocoidal?	
<input type="checkbox"/>	Colegas de trabalho
<input type="checkbox"/>	Treinamento na empresa
<input type="checkbox"/>	Cursos de qualificação
<input type="checkbox"/>	Outros...

Você conhece as vantagens da usinagem trocoidal?	
<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

APÊNDICE B - COMO VOCÊ CONHECEU A USINAGEM TROCOIDAL? (DADOS ORIGINAIS)

Como você conheceu a usinagem trocoidal?

38 respostas



Como você conheceu a usinagem trocoidal?

38 respostas

