

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO – UNINOVE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PRISCILLA APARECIDA VIEIRA DE MORAES**

**UM DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE NAS EMPRESAS DE TRATAMENTO  
TÉRMICO DE MOLDES E MATRIZES**

**São Paulo**

**2014**

**PRISCILLA APARECIDA VIEIRA DE MORAES**

**UM DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE NAS EMPRESAS DE TRATAMENTO  
TÉRMICO DE MOLDES E MATRIZES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Prof. Dr. José Carlos Curvelo Santana - Orientador  
Prof. Dr. Rafael Agnelli Mesquita – Co - orientador

**São Paulo**

**2014**

Moraes, Priscilla Aparecida Vieira de.

Um diagnóstico da qualidade nas empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes. /Priscilla Aparecida Vieira de Moraes. 2014.

65 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2014.

Orientador (a): Prof. Dr. José Carlos Curvelo Santana.

1. Tratamento térmico. 2. Moldes e matrizes. 3. Gestão da qualidade.  
I. Santana, José Carlos Curvelo. II. Título

CDU 658.5

São Paulo, 28 de janeiro de 2014.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Aluna: Priscilla Aparecida Vieira da Moraes

Titulo da Dissertação: UM DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE NAS EMPRESAS DE TRATAMENTO TÉRMICO DE MOLDES E MATRIZES.

Presidente: PROF. DR. JOSÉ CARLOS CURVELO SANTANA



Membro: PROF. DR. ANDRÉ LUIZ HELLENO



Membro: PROF. DR. FELIPE ARAÚJO CALARGE



Dedico este trabalho aos meus pais, José Nildo e Sofia, e os agradeço pelo suporte que me deram durante a realização do mestrado, pois sem a compreensão deles, tudo isto não teria sido possível.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me dado forças nos momentos mais difíceis da minha vida e coragem para seguir em frente.

Aos professores doutores José Carlos Curvelo Santana e Rafael Agnelli Mesquita pela orientação desta dissertação, pela postura de educadores, pela confiança em mim depositada e, acima de tudo, por todos os ensinamentos repassados durante o Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de estudos, o que possibilitou a realização deste programa.

Os meus sinceros agradecimentos às empresas de serviços de tratamento térmico que participaram desta pesquisa.

Aos técnicos Alex e Rodrigo, do laboratório de metrologia da Universidade Nove de Júlio, do Campus Santo Amaro.

À minha sobrinha Beatriz, por compreender os momentos em que não pude estar presente.

Aos colegas do curso por compartilharem conhecimentos, experiências, inseguranças e dúvidas, em especial a Alejandra Guerrero, Alexandre Pires, Renato Logiudice e Rogério Klepa, amigos com quem compartilhei tantas lutas e que me deram suporte nas horas mais difíceis.

Aos meus pais José Nildo e Sofia, amor maior, exemplo de força e dedicação, agradeço por estarem sempre ao meu lado, por me apoiarem e me incentivarem, por segurarem firme na minha mão e me fazer enxergar o melhor caminho.

## RESUMO

A gestão da qualidade, no setor de serviços de tratamento térmico de moldes e matrizes no Brasil, não é cientificamente conhecida, mas há indícios de que vários problemas relacionados à esta questão ocorrem neste segmento, devido a uma sistemática de gestão da qualidade ineficaz. A qualidade final do aço para produzir ferramentas, moldes e matrizes depende de um tratamento térmico correto, pois a maioria das falhas nas propriedades é causada devido ao uso incorreto e ineficiente deste tratamento. Neste contexto, o presente estudo avaliou o uso da gestão da qualidade em empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes, por meio de entrevistas não estruturadas e as comparou com o intuito de estabelecer uma análise de *benchmarking* contrastando com a empresa modelo do setor. Em termos metodológicos, a natureza da pesquisa do trabalho proposto foi caracterizada por meio da revisão bibliográfica e do estudo de caso e para se obter informações sobre a utilização da gestão da qualidade nas empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes, desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória. Com os resultados obtidos nas entrevistas foi realizado um comparativo entre as empresas pesquisadas e estabelecida uma análise de *benchmarking*.

**Palavras-chave:** Tratamento térmico. Moldes e matrizes. Gestão da qualidade. *Benchmarking*.

## ABSTRACT

Quality management in the thermal treatment services sector Brazil is not scientifically known. However there are indications that several quality problems occur in this segment due to a systematic quality management ineffective. The final steel quality to produce tools depends on the adequate heat treatment. The most failures occur in the properties due to the fact a treatment incorrect and inefficient heat. In this context, the present study is proposed to assess the quality management treatment in business heat from industrial tools to after comparing the surveyed companies establish a *benchmarking* analysis comparing with the company sector model. This current study intends to use unstructured interviews in business macro and sector analysis segment. In methodological terms the nature of the proposed research work will be characterized by literature review and case study. In order to get information about how quality management in the thermal treatment of industrial tools company, has developed a qualitative research exploratory. With the results obtained from the interviews will be made a comparison between the surveyed companies and a *benchmarking* analysis will be established.

**Keywords:** Heat treatment. Dies and mold. Quality management. *Benchmarking*.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Fluxograma do desenvolvimento deste trabalho .....	31
Figura 2 - Diagrama com cinco classes criadas a partir dos 10 requisitos estudados e agrupados conforme os 6ms de Ishikawa.....	40
Figura 3- Resposta da questão referente à certificação ISO 9001 .....	42
Figura 4 - Respostas referentes aos modelos de ferramentas industriais tratadas pelas empresas .....	42
Figura 5 - Questão referente à Certificação ISO 9001 .....	44
Figura 6- Controle de tratamento térmico feito pelas empresas .....	44
Figura 7 -Resposta em relação à medição do tratamento térmico .....	45
Figura 8 - Ações das empresas para os clientes em relação ao produto não conforme..	46
Figura 9 - Tipos de manutenção utilizados pelas empresas .....	47
Figura 10- Processo/tecnologia .....	47
Figura 11 - Experiência da equipe .....	48
Figura 12 - Avaliação de recebimento da peça.....	49

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Referências bibliográficas utilizadas na pesquisa .....	16
Quadro 2 - Mitos de Benchmarking .....	23
Quadro 3 - Indicadores de qualidade da empresa Benchmark do setor em relação aos requisitos de gestão da qualidade .....	41

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Conversão da escala qualitativa para quantitativa.....	33
Tabela 2 - Análise média das respostas em relação aos requisitos abordados na pesquisa .....	39
Tabela 3 - Benchmarking das empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes (2013) .....	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT– Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM–*American Society for Testing and Materials*

AISI–*American Iron and Steel Institute*

ABINFER– Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais

ABM – Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

ISO – *International Organization for Standardization*

ISTMA – *International Special Tooling & Machining Association*

TQM– *Total Quality Management*

SGQ– Sistema de Gestão da Qualidade

NADCA–*North American Die Casting Association*

NBR– Norma Brasileira

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 GESTÃO DA QUALIDADE.....	16
2.1.1 Sistemas de Gestão.....	18
2.1.2 Ferramentas de gestão da qualidade.....	20
2.1.3 Benchmarking .....	21
2.1.4 <i>Benchmarking</i> e suas aplicações .....	23
2.2 EMPRESAS DO RAMO DE TRATAMENTO TÉRMICO.....	25
2.2.1 Moldes e Matrizes de aços .....	27
2.2.2 A importância do tratamento térmico em ferramentas industriais .....	28
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	32
3.2 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA .....	32
3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	33
3.4 COLETA DE DADOS .....	36
3.5 TRATAMENTOS DOS DADOS .....	37
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria atual mostra uma conscientização crescente de que a alta qualidade agregada a bens e serviços pode trazer para a organização grande vantagem competitiva. Isto é, produtos e serviços são oferecidos com alta qualidade, de modo a reduzir retrabalho, desperdício e devoluções, e o mais importante, gerar clientes satisfeitos (MESQUITA; MORAES,2012).

Nesse contexto, para a maioria das empresas, o gerenciamento da qualidade tem se transformado em prioridade estratégica, abrindo novos caminhos para a obtenção e manutenção da vantagem competitiva (BORTOZOLLO, 2007).

Isso também é evidenciado por Oliveira (1997), que considera que o principal motivo que influencia as empresas a desenvolverem um programa de qualidade ou equivalente é a expectativa do advento de uma concorrência acirrada, principalmente de caráter internacional.

De acordo com Moraes e Mesquita (2013), a gestão da qualidade em empresas de serviços de tratamento térmico de moldes e matrizes no Brasil não é citada na literatura, sabe-se apenas que os vários problemas ocorridos neste segmento são por causa de uma gestão ineficaz da qualidade, porém na literatura ainda não há referência ao assunto.

No Brasil, o segmento de empresas de serviços de tratamento térmico de moldes e matrizes ocupa uma posição importante no elo da cadeia de produção de ferramentas industriais, tornando-o um importante setor industrial no país, com vasta cadeia produtiva dos segmentos ligados à metalurgia (ABINFER, 2013).

Segundo a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração– ABM (2013) a participação direta nacional na cadeia produtiva é da ordem de 80%, mas se considerar as ferramentas, moldes e matrizes que são importadas prontas, esse número deve cair para 35% - 38%.

Como não existem estudos específicos na literatura sobre este setor, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar o uso da gestão da qualidade em empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes, por meio de questionário e com base nos dados obtidos foi desenvolvido um *benchmarking* das empresas localizadas na região de São Paulo, que inclui as cidades: São Paulo, Sumaré e Mogi das Cruzes e na região do ABC Paulista constituída por: Santo André, São Bernardo do Campo e Diadema, que é considerada como a cidade que concentra 90% da produção de moldes e matrizes do estado (ABINFER, 2013).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A proposta desta dissertação foi a de diagnosticar a gestão da qualidade em empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes situadas na grande São Paulo, no ABC Paulista, no interior do estado de São Paulo e em algumas cidades da Áustria.

De acordo com Mesquita (2010), o tratamento térmico é um processo fundamental na fabricação de moldes e matrizes e diversos aspectos metalúrgicos específicos dos aços ferramentas são apontados, ilustrando o quanto crítico é a qualidade do tratamento térmico para o desempenho final das ferramentas.

Os mecanismos tradicionais de controle de qualidade são considerados como ineficazes para a garantia do desempenho final dos moldes e matrizes (MESQUITA, 2010).

A Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (2012) ressalta que há vários problemas relacionados à gestão da qualidade em muitas empresas. Portanto, por meio deste estudo, pretendeu-se identificar o *benchmarking* deste setor e seus possíveis pontos de fragilidade nos serviços de tratamentos térmicos de moldes e matrizes do Brasil.

Conforme Mesquita e Barbosa (2008), atualmente no Brasil, os fabricantes de moldes e matrizes produzem 98% para o mercado interno, sendo a indústria automotiva um dos seus maiores clientes, seguido do mercado de embalagens e da indústria eletrônica.

Para a Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais (2013), a região do ABC Paulista e do interior de São Paulo ocupa o primeiro lugar no ranking brasileiro de tratamento térmico em moldes e matrizes.

Este cenário justifica a importância de estudos que possam contribuir para o fortalecimento e desenvolvimento destas empresas que atuam com o tratamento térmico de moldes e matrizes.

## 1.2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos gerais e específicos desta pesquisa.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo diagnosticar a gestão da qualidade em empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, destacam-se:

- Desenvolver uma ferramenta de prospecção (questionário) para diagnosticar a gestão da qualidade nas empresas de tratamento térmico;
- Avaliar os indicadores de qualidade da empresa *benchmark* do setor de tratamento térmico de moldes e matrizes;
- Desenvolver um *benchmarking* das empresas do setor de tratamento térmico;
- Desenvolver um *benchmarking* entre a empresa *benchmark* do Brasil com as empresas da Áustria.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a revisão da literatura foram acessadas as seguintes bases de dados: *Scielo*, *Science Direct*, *Emerald*, Periódicos Capes e Biblioteca Virtual da UFSCar, UNINOVE, UFPR, ABINFER, ABM Brasil, Sebrae e IBGE.

No Quadro 1, abaixo, apresenta-se a quantidade de artigos usados nesta pesquisa.

**Quadro 1** -Referências bibliográficas utilizadas na pesquisa

Tema	Journal	Quantidade
<i>Benchmarking</i>	<i>Benchmarking: An International Journal</i>	01
Gestão em serviços	<i>Management Journal</i>	09
Gestão da qualidade	<i>Journal of Engineering Manufacture</i>	08
Aço ferramenta	<i>Journal of Materials Processing Technology</i>	07
Medida de desempenho	<i>Gestão &amp; Produção</i>	23

### 2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

A gestão da qualidade evoluiu de inspeção para controle e gestão de processos em meados de 1950 no Japão, pois após ser derrotado na Segunda Guerra Mundial, o país teve que reconstruir sua economia, investindo em qualidade e utilizando a técnica do estatístico norte-americano Deming (GUEIBER, 2009).

Segundo Deming (1997), a gestão da qualidade compete melhorar a compreensão das causas da variância, bem como explorar a informação contida na variação.

A implementação de sistemas de controle rígido deu origem à própria crítica da estandardização da sociedade e das respectivas organizações (LEVITT, 1972).

Kaoru Ishikawa também foi um importante estudioso, que participou ativamente dos trabalhos da União dos Cientistas e Engenheiros Japoneses, Entidade sem fins lucrativos, criada logo após a guerra, considerada atualmente como o símbolo da qualidade no Japão (ROTHBARTH, 2011).

Conforme Juran (1993) pode-se aumentar a perspectiva de crescimento, observando o caminho percorrido desde os primeiros processos de gerenciamento para a qualidade.

A evolução do conceito de qualidade pode ser identificada com base na adoção da gestão da qualidade no Japão:

- Fase 1 – adequação ao padrão: A prioridade era a qualidade da conformação obtida por meio da inspeção. A qualidade era um problema de conformação para a empresa, pois considerava- se que o projeto do produto atendia as necessidades dos clientes;
- Fase 2 – adequação ao uso: O importante nesta fase era o fato de que as necessidades do cliente em relação ao projeto deviam ser alcançadas, mesmo sem considerar o que o projetista achava;
- Fase 3 – adequação ao custo: O objetivo central desta fase era a qualidade da conformidade em relação às necessidades reais do cliente e não somente ao que eles achavam. Nesta etapa era necessário combinar a alta qualidade com o baixo custo.

A gestão da qualidade e a melhoria contínua de processos e produtos têm feito com que muitas empresas ajustem seus sistemas de produção, com base em estratégias que visem a melhoria da competitividade e que ao mesmo tempo atendam, adequadamente, as exigências e atributos dos clientes (CALARGE et al., 2009).

Para Oliveira (2009), dedicação ao processo de melhoria deve ser constante e partir de todos os elementos da empresa com particular apoio da cúpula, para garantir seriedade de propósito e dedicação de longo prazo. A sequência natural deste processo deve levar a uma mudança de atitude em todos os níveis da empresa e, se não ocorrer, certamente os empregados e chefes continuarão a ver a qualidade como uma função isolada do departamento do controle de qualidade.

Bortololli et al. (2009), em seu estudo, desenvolvido em uma grande indústria brasileira do setor alimentício, diagnosticaram a gestão da qualidade no processo produtivo a partir da aplicação de algumas ferramentas voltadas para a melhoria da qualidade. Ademais, concluíram que é necessário que se faça um acompanhamento de todas as etapas do processo, devido à existência de algumas falhas, que se controladas, poderá melhorar não só a lucratividade da empresa como também a qualidade do produto.

Em sua pesquisa, Silva e Flores (2011) identificaram que o programa 5S, o Gráfico de Pareto, o Diagrama de Causa e Efeito e o *Benchmarking* são programas e ferramentas utilizados nos arquivos brasileiros. Além disso, a operacionalização da qualidade nos arquivos está cada vez mais crescente e tem colaborado para o desenvolvimento da gestão da qualidade, que deve ser objeto de melhoria contínua para tornar os processos otimizados, gerar produtos perfeitos e elevar os serviços a um nível de qualificação de excelência.

Dantas et al. (2012) realizaram um estudo para analisar os fatores que influenciam de forma direta e indireta na manutenção das boas práticas de gestão da qualidade no processo produtivo de uma empresa, no ramo salineiro na cidade de Mossoró/RN.

O instrumento de coleta de dados utilizado, neste trabalho em questão, foi o questionário, elaborado com perguntas abertas e fechadas, aplicado a 26 funcionários. Os resultados constataram que apesar dos funcionários reconhecerem a importância do programa não há um comprometimento efetivo e voluntário. Constatou-se também certa divergência de interesse e esclarecimento das boas práticas por parte da direção e da gerência, ocasionando conflitos no processo de manutenção das mesmas.

### 2.1.1 Sistemas de Gestão

O Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é especificado por meio de requisitos que integram a Norma ISO 9001. Para implementar um sistema de gestão da qualidade eficiente, a organização deve se basear nos seguintes requisitos gerais (ABNT,2008, p.2):

- Identificar os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade e sua aplicação em toda organização;
- Determinar a sequência e a interação entre estes processos;
- Determinar os critérios e métodos necessários para assegurar que a operação e o controle sejam eficientes;
- Assegurar a disponibilidade de recursos e informações necessários para apoiar a operação e o monitoramento dos processos;
- Monitorar, medir e analisar os processos;
- Implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados e a melhoria contínua destes processos (ABNT,2008, p.2).

De acordo com Silva (2013), é possível observar que os dois últimos requisitos se referem à necessidade da organização estruturar, acompanhar e medir os seus processos, bem como os serviços e produtos produzidos para alcançar os objetivos recomendados inicialmente, que estão direcionados à satisfação dos clientes que obtêm estes serviços e produtos.

Conforme a NBR ISO 9001 é especificado um requisito obrigatório e específico, denominado 5.4.1, que se refere a uma organização que deseja se certificar desta norma. As

empresas o conhecem como indicadores de desempenho ou qualidade, ou simplesmente, como indicadores da qualidade.

Este mesmo requisito faz parte da estrutura de outras normas de gestão com uma diferença na sua denominação, objetivos, metas e programas, como é o caso das normas NBR ISO 14001 (2004), cujos requisitos são específicos para uma organização que quer se certificar para um sistema de gestão ambiental e das normas NBR ISO 18001 (2010) e BS OHSAS 18001 (2007), que possuem requisitos para um sistema de saúde e segurança do trabalho.

Para Carvalho e Miguel (2012), estas normas de gestão de caráter voluntário foram fortemente influenciadas pela ISO 9001, assim como a ISO 14001 de Gestão Ambiental e a OHSAS 18001 de Saúde e Segurança do Trabalho. As normas mais utilizadas e certificadas pelas organizações, depois da ISO 9001, são as NBR ISO 18001 (2010) e BS OHSAS 18001 (2007). Desta forma, é possível concluir que a gestão da qualidade pode ser entendida como uma abordagem adotada e como um conjunto de práticas utilizadas pelas empresas para se obter, de forma eficiente e eficaz, a qualidade pretendida para o produto.

Em seus estudos, Pertence e Melleiro (2010) observaram a reação de uma equipe multidisciplinar do Hospital Universitário da USP, durante a implantação de uma determinada metodologia, pois para propiciar um ambiente favorável a um sistema de gestão de qualidade, torna-se primordial a sua utilização. Os autores constataram que a sensibilidade da equipe frente à implantação dessa proposta, foi bem sucedida, tornando-se necessária a avaliação contínua de todo o seu processo, permitindo melhorias posteriores.

Em uma pesquisa realizada por Oliveira et al. (2011) em 236 empresas do interior do Estado de São Paulo, constatou-se que a certificação ISO 9001 gera benefícios significativos para as organizações, tais como: a melhoria dos processos internos e de seus produtos, o aumento da satisfação dos clientes, a diminuição do número de não conformidades e de devoluções, o aumento da produtividade e do lucro e a melhoria no gerenciamento dos recursos e na valorização da imagem da empresa no mercado. Foi constatado também a importância da utilização dos programas e ferramentas da qualidade como forma das empresas se adequarem melhor aos requisitos da norma ISO 9001.

Oliveira et al. (2009) em sua pesquisa na cidade de São Paulo-SP, propuseram o desenvolvimento de uma ferramenta para averiguação de possíveis falhas no processo de análise de exames laboratoriais para observar os procedimentos de análises de exames, empregados em 10 laboratórios clínicos, todos com sistema de gestão da qualidade implantados. Com base nesta pesquisa, constatou-se que o processo é uma parte essencial no

planejamento da qualidade da empresa e estabelecer seus indicadores auxilia na consolidação de planos e de ações corretivas e preventivas e no ganho na eficiência do processo.

Em um estudo realizado por Oliveira e Grael (2010), foram propostas algumas práticas para integração de sistemas certificáveis de gestão ambiental e da qualidade, a fim de gerar efetivo diferencial competitivo, para uma empresa do setor moveleiro no interior do Estado de São Paulo. Estas práticas foram formuladas a partir do referencial teórico e elaboradas com base nos resultados do estudo de caso, que teve função exploratória. Ademais, alguns elementos foram abordados: alta administração; apoio administrativo, financeiro e pessoal; serviço de consultoria; coordenação do programa de integração; interface entre os sistemas; capacitação técnica; sistema de liderança; prospecção; avaliação e desenvolvimento de fornecedores; sistema de informação; indicadores; comunicação com o cliente e integração contínua.

Em um trabalho semelhante Vitoreli et al. (2012) apresentaram a estruturação de um programa de qualificação para pequenas e médias empresas em gestão de qualidade, segurança e saúde ocupacional. O programa piloto desta proposta foi aplicado no aglomerado metalmecânico de Sertãozinho/SP.

Segundo os autores os resultados preliminares da aplicação piloto apontam para uma possibilidade de operacionalização da proposta, podendo contribuir com dois aspectos importantes para as empresas. São eles: (1) maior competitividade para as empresas do aglomerado; e (2) melhoria na competência da governança local em coordenar ações conjuntas.

É comum as empresas do ramo de serviços de tratamento térmico de ferramentas industriais apresentarem pelo menos um dos sistemas citados acima, pois como já constatado por Moraes e Mesquita (2013), em um estudo sobre as empresas de tratamento térmico de ferramentas industriais no Brasil, todas as empresas pesquisadas são certificadas pela ISO 9001. No entanto, isso não é suficiente para garantir a qualidade final do tratamento térmico, já que alguns pontos falhos foram encontrados, especialmente no que se refere ao método de tratamento térmico: controle durante o processo, controle de não conformidades e processos ou tecnologia pré estabelecidos.

### 2.1.2 Ferramentas de gestão da qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos utilizados para a melhoria de processos e para a solução de problemas relacionados à questão da qualidade. O uso destas ferramentas tem como objetivo proporcionar uma clareza no trabalho, principalmente no que se refere à tomada de decisão com base em fatos e dados, e não em opiniões (MAICZUK; ANDRADE, 2013).

Rothbarth (2011) afirma que as ferramentas da qualidade são utilizadas para controlar, de forma participativa, todos os envolvidos em um processo produtivo, durante os Círculos de Controle da Qualidade (CCQ).

Calarge et al. (2011), por exemplo, utilizaram a aplicação do *benchmarking* para identificar o uso de ferramentas e técnicas dentro dos seis sigmas. Esta pesquisa foi construída com base na literatura e o instrumento de pesquisa utilizado foi um questionário com 34 perguntas, enviado a 121 empresas brasileiras, sendo a maioria do setor automotivo e eletrônico. Com base nestes dados foi possível fazer uma comparação com alguns estudos que identificaram as ferramentas e técnicas mais e menos utilizadas pelas empresas.

De modo geral, os resultados indicam que 8 das 10 ferramentas e técnicas mais usadas são concentradas na fase "medida" do método Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Improve (Melhorar) e Control (Controlar), ou seja, DMAIC. Isto pode ser explicado pelo fato de que são as ferramentas e as técnicas que medem o desempenho do processo utilizado neste estágio, permitindo assim uma visualização do seu estado real para definir as metas de melhoria. Outro aspecto importante identificado revela que as dez técnicas e ferramentas mais utilizadas pelas empresas são: coleta de dados, histograma, Diagrama de Pareto, *brainstorming*, controle gráficos, capacidade, medidas, fluxograma, mapeamento de processos, avaliação do sistema de medição e *benchmarking* (CALARGE et al.,2011).

### 2.1.3 Benchmarking

Segundo Correia (2012), o *benchmarking* é um processo sistemático e contínuo que compara e mede os processos de uma organização, comparando-a com uma organização *benchmark* do setor. Trata-se de uma ferramenta da qualidade que tem a função de diagnosticar e analisar a organização com o objetivo de identificar os processos que necessitam de melhoria, assim como evidenciar os níveis de desempenho superiores a outras organizações.

Moriarty et al. (2009) afirmam que o *benchmarking*, dentro de uma organização, tem como finalidade trazer melhoria contínua a um processo já existente.

Já para Aires et al. (2012) o *benchmarking* é uma ferramenta da qualidade que investiga as melhores práticas de uma organização, tendo como base uma empresa do mesmo setor que é referência mundial.

Neste contexto, o *benchmarking* apresenta-se como um valioso instrumento para iniciar, orientar e despersonalizar o caminho para a melhoria contínua, estabelecendo assim um novo

conjunto de medidas para desfazer a mentalidade do cumprimento de padrões (AIRES et al., 2012).

Segundo a Associação dos Jovens Empresários de Portugal (2010), o *benchmarking* permite a análise e a melhoria dos processos-chave de uma organização, bem como de seu desempenho. A força do *benchmarking* concentra-se em possibilitar uma tomada de decisões baseada em fatos e não em intuições. Ademais, apresenta um grande potencial para gerar benefícios para as indústrias, quando usado como um processo contínuo, identificador de áreas de potencial mudança e como um processo de medição para monitorizar as melhorias atingidas.

Considerando as constantes mudanças externas, é indispensável que as empresas estejam preparadas para fazer reajustes, pois somente se alcança a excelência quando a organização incorpora as melhores práticas em todos os processos e consegue atingir a qualidade almejada. Isto é, quando a empresa faz do *benchmarking* um procedimento permanente a qualidade do processo passa a ser mantida.

O objetivo do *benchmarking* é, portanto, estimular e facilitar as mudanças organizacionais e a melhoria de desempenho por meio da aprendizagem com os melhores. O processo de avaliação e comparação de uma organização pode ser efetuado como um todo ou visar apenas um determinado processo, departamento ou unidade de negócio (DUARTE, 2011).

Duarte (2011) cita em seu estudo a importância da utilização da ferramenta do *benchmarking*, bem como os seus benefícios. São eles:

- Compartilhar e discutir suas práticas com outras empresas;
- Criar uma cultura que valoriza a melhoria contínua para alcance da excelência;
- Fixar metas realistas com base na visão conjunta do ambiente interno e externo, priorizar as áreas de melhoria e conhecer sua posição em relação aos concorrentes, possibilitando o entendimento de como atingir melhores desempenhos;
- Realizar comparações dos processos utilizados pelas empresas com relação a outras práticas internas, ou realizar comparações de práticas de competidores diretos, de empresas de outras regiões, ou até mesmo, de empresas de outros setores industriais.

A maioria das organizações não acredita na eficácia da ferramenta do *benchmarking*, mesmo com todos os benefícios apresentados após a sua utilização. Com base nisso, no Quadro 2 apresentam-se os argumentos utilizados pelas empresas para não utilizarem a ferramenta do *benchmarking*.

**Quadro 2** -Mitos de Benchmarking

ARGUMENTOS	DEBATES
É caro demais.	Não é verdade. Obviamente o estudo implicará em gastos, porém não significa que o custo será altamente dispendioso. Uma coisa é certa, o retorno é muito compensador.
A gerência não entende, não oferece suporte necessário.	Não procede. Muitos profissionais entendem e apoiam a prática do <i>benchmarking</i> , visto os benefícios que a ferramenta pode oferecer para a organização.
Você só pode fazer <i>benchmarking</i> com o melhor.	Também não é verdade. Muitas vezes é possível fazer o estudo com empresas quase tão boas quanto às líderes, mesmo porque as líderes dificilmente abrem as portas para este tipo de parceria.
Não há processo análogo para estudar em minha empresa.	Como vimos no <i>benchmarking</i> genérico, este tipo de análise é feito sem levar em consideração a semelhança das organizações, e mesmo assim é possível encontrar técnicas interessantes e adaptá-las à organização.
É algo apenas para grandes empresas.	Não é cabível. É claro que quanto maior a empresa, maior é a capacidade de recursos e investimento no estudo, mas o bom administrador pode sim, aplicar o <i>benchmarking</i> em empresas menores e melhorar seus produtos e técnicas de trabalho.

Fonte: Marsália et al. (2008, adaptado)

#### 2.1.4 *Benchmarking* e suas aplicações

O *benchmarking*, como uma ferramenta da qualidade tem como objetivo avaliar a comparabilidade entre as empresas, podendo ser aplicado em diversos setores, tais como: construção civil, contábil, medicina diagnóstica, varejista e outros.

Silveira et al. (2010), por meio da aplicação do *benchmarking* no setor de transporte aéreo brasileiro, buscaram identificar qual era a melhor companhia aérea do ano e elegeram a benchmark do setor, no mesmo período. A pesquisa foi feita em 27 companhias aéreas brasileiras e as duas empresas consideradas como benchmarks do ano, foram eleitas devido a boa gestão de recursos e o bom desempenho, fatores fundamentais para sobrevivência neste mercado cada vez mais competitivo.

Já Mello e Amorim (2009), utilizaram a ferramenta do *benchmarking* na construção civil, fazendo uma comparação entre a construção brasileira e a européia e americana, consideradas *benchmark* para o mundo. Como metodologia, os autores realizaram consultas em artigos, textos, obras, teses e dissertações, sites da Internet e órgãos estatísticos e associações do governo americano e da União Européia, utilizando-se de fontes públicas e privadas.

Deste modo, por meio de comparações entre os indicadores disponíveis, foram selecionados os que possuíam condições de comparação, por apresentarem conceitos semelhantes. Diante disso, constatou-se a existência de algumas similaridades entre a

construção civil americana, européia e brasileira, dentre elas, pode-se citar: (1) as três são as maiores empregadoras em suas economias; (2) o setor é constituído por pequenas e médias empresas e (3) todas apresentaram problemas relacionados à segurança do trabalho e à qualificação da mão-de-obra (MELLO; AMORIM, 2009).

Andrade et al. (2013), em seus estudos, aplicaram a ferramenta do *benchmarking* para identificar a intensidade da utilização de 16 práticas de contabilidade gerencial estratégica em 26 unidades do Serviço Nacional da Indústria (SENAI) no estado da federação e uma no Distrito Federal. Os resultados indicaram que há uma baixa utilização destas práticas nas empresas pesquisadas.

Em uma pesquisa sobre o setor supermercadista, localizado em uma grande capital do Brasil, Figueiredo e Mello (2009) aplicaram a ferramenta do *benchmarking* para comparar a eficiência de 39 lojas da mesma bandeira, mas com tamanhos diferentes e localizadas em pontos estratégicos da cidade de modo a atender clientes com poder aquisitivo variado.

Com base nesta aplicação, Figueiredo e Mello (2009) concluíram que, do ponto de vista de contribuição à indústria varejista, a criação de um índice único de comparação é muito importante, porque este combina diversos fatores envolvidos no processo de venda, diferentemente do que se vê atualmente na prática, nas quais as análises são individualizadas por índices, visão mais abrangente da situação como um todo, podendo com isso mascarar alguns problemas importantes.

Souza et al. (2009) realizaram um *benchmarking* da região metropolitana da cidade de Campinas e avaliaram os dados ambientais entre os municípios desta região com base no índice de desempenho ambiental de cada cidade. Foi constatado que se faz necessário a disseminação de informações sobre tais indicadores das cidades para se construir uma importante ferramenta de incentivo aos governos, cidadãos e entidades, no esforço pela transformação social e pela busca por soluções direcionadas ao desenvolvimento sustentável e à saúde pública.

Em seus estudos sobre a utilização do *benchmarking* na indústria de medicina laboratorial para identificar os indicadores de gestão de processos, Vieira et al. (2011) constataram que o uso do *benchmarking* com seus concorrentes são práticas recentes nas indústrias deste tipo de segmento, pois são poucos os artigos encontrados na literatura, o que constata que os gestores destes laboratórios terão o desafio de difundir os conceitos e a importância dos indicadores de gestão de processos.

De acordo com Sellitto et al. (2010) em sua pesquisa sobre a aplicação do *benchmarking* no setor de transporte coletivo, na cidade de Porto Alegre-RS, cujo objetivo foi o de diagnosticar como é a gestão das empresas, foi constatado que as organizações não sabem onde

focar seus esforços, se bem que tenham benchmarkings periódicos, existem abordagens estruturadas permanentes, tais como o planejamento estratégico, com resultados significativos e continuados, e abordagens pontuais, com resultados pouco conhecidos.

Já Costa e Formoso (2011) descrevem em sua pesquisa a aplicação do *benchmarking* em 20 empresas do setor de construção civil, localizadas em Porto Alegre-RS. Ambos observaram que o intercâmbio de práticas e experiências entre as empresas do mesmo setor contribuiu para a implementação de melhorias e para a análise de compatibilidade do nível de desenvolvimento dos processos gerenciais das empresas em relação ao objetivo e ao nível desejado de mudanças, accordado entre as organizações participantes.

Campana et al. (2009), por sua vez, aplicaram a ferramenta do *benchmarking* em um importante laboratório de patologia clínica, atuante no mercado brasileiro e fazendo um comparativo com seus concorrentes, diagnosticaram que o laboratório em questão possui dois importantes fatores abaixo do que se espera, se comparado à concorrência, relacionados à confiabilidade e à velocidade de entrega dos resultados. Com isso, ficou constatado que conhecer os concorrentes contribui para a implementação de melhorias nas empresas.

Ullani et al. (2011), citaram a importância da prática do *benchmarking* e sua aplicabilidade na medicina laboratorial, o qual viabilizou o diagnóstico dos indicadores de sustentabilidade. Os resultados proporcionaram aos gestores os instrumentos adequados para a tomada de decisões rumo ao laboratório sustentável e a uma consciência ambiental ampliada, cumprindo assim a função social da patologia clínica.

## 2.2 EMPRESAS DO RAMO DE TRATAMENTO TÉRMICO

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sebrae (2013), o setor Metal Mecânico no Brasil apresenta expressiva importância no cenário econômico brasileiro, com vasta cadeia produtiva dos segmentos ligados à metalurgia, usinagem e produção de manufaturados metálicos, servindo de base para outras atividades relevantes para o país, como a indústria automobilística, construção civil e bens de capital.

Embora a indústria brasileira venha sendo afetada pela crise internacional, o PIB do setor siderúrgico, em 2011, avançou 1,6% em relação ao ano anterior, resultado atribuído, principalmente, ao desempenho das indústrias da construção civil e automobilística. As exportações, neste último ano, contribuíram com 8,4% do total das exportações brasileiras (SEBRAE, 2012).

Os principais responsáveis pelo desempenho positivo das vendas externas brasileira de produtos metalúrgicos são: o aço, com participação de 39% do setor, que superou em 45% o valor de 2010; ferro na forma de ligas, com 11% (destacando-se ferro-nióbio com 8%); ferro gusa e fundidos, ambos com participações na ordem de 7% (SEBRAE, 2013).

Nos aços ferramenta, o tratamento térmico apresenta muitas peculiaridades e não só relacionados aos fatores metalúrgicos. Muitas vezes, o único controle de qualidade realizado pelos tratadores térmicos é o ensaio de dureza de aços ferramenta (MESQUITA; MORAES, 2012). No entanto, a qualidade de um tratamento térmico não pode ser avaliada somente com o ensaio de dureza, pois vários casos de falha e baixo desempenho de ferramentas são citados, a despeito de o material apresentar a dureza adequada (MESQUITA, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (2012, no Brasil, o segmento de empresas de serviços de tratamento térmico de ferramentas industriais ocupa uma posição importante no elo da cadeia de produção de moldes e matrizes, tornando-o um importante setor industrial do país. Há três pólos consolidados nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. Diante disso, será aplicado nesse universo o *benchmarking* das cidades de São Paulo, Diadema, Mogi das Cruzes e Sumaré e da região do ABC (composta pelos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul), localizadas no Estado de São Paulo, por apresentarem grande representatividade no setor de tratamento térmico de ferramentas industriais.

O fator de tratamento térmico pode se tornar crítico se analisado o setor industrial em que está envolvido. Enquanto as empresas produtoras de aços ferramenta são grandes e menos numerosas, mais de uma centena de pequenas empresas realizam tratamentos térmicos de aços ferramenta, tornando complexa, por exemplo, a difusão das informações necessárias (em termos de variáveis metalúrgicas) e, também, a especialização do setor.

Com efeito, pouquíssimas empresas são especializadas neste tipo de tratamento no Brasil, pois a maioria atua no tratamento térmico de diversos materiais diferentes.

Alguns estudos têm mostrado que dentre as causas de diversas falhas envolvidas, o principal motivo de trincas prematuras de moldes e matrizes está relacionado ao tratamento térmico. (MESQUITA; BARBOSA, 2008; MESQUITA, 2009).

A título de exemplo, no processo de fundição sob pressão, o custo final dessas falhas pode ser melhor entendido, com base em informações do setor. Alguns destes dados, fornecidos por Mesquita et al. (2009), mostraram que 10% a 30% dos gastos estão relacionados ao tratamento térmico.

Segundo Mesquita e Moraes (2012) a maior parte dos custos de produção de moldes e matrizes destina-se à compra do material e aos custos da manufatura do molde, principalmente a usinagem e o acabamento da superfície.

### 2.2.1 Moldes e Matrizes de aços

A competitividade da indústria de moldes e matrizes está muito relacionada aos custos de produção, que por sua vez dependem em grande extensão dos custos de usinagem (KRAJNIK; KOPAC, 2004).

Segundo Reach et al. (2004), a busca pela otimização dos processos de usinagem é um fator primordial para a redução dos custos de fabricação de moldes e matrizes, bem como para a agilidade na entrega. Para os autores, os fabricantes de moldes possuem influência direta nestes ganhos e a usinagem possui uma relevância significativa no custo durante a fabricação do molde, pois a usinabilidade do aço é muito mais caro que o valor do próprio material.

Para Altan et al. (2001), no setor industrial, os fabricantes de moldes e matrizes possuem uma expressiva importância no setor, pois os mais importantes processos de produção empregam moldes e matrizes para se certificarem da qualidade durante a fabricação de seus produtos e melhorarem os seus processos. Ademais, alguns processos produtivos se favorecem da aplicação de matrizes e moldes, como por exemplo, a injeção, o forjamento, a estampagem etc.

Segundo Mesquita e Moraes (2012), os aços ferramentas são materiais utilizados na fabricação de moldes, matrizes, dispositivos e demais componentes mecânicos, designados de maneira genérica por ferramentas empregadas em processos de corte ou conformação de outros materiais. Uma das etapas durante a produção de moldes e matrizes é o processo de tratamento térmico.

Uma boa definição de aços ferramenta, empregados em moldes e matrizes, é apresentada pela seção específica do manual da “*Iron and Steel Society*”, como “aços ao carbono, aços liga ou aços rápidos, capazes de serem temperados e revenidos”. Portanto, um dos fatores que torna os aços ferramenta especiais são as suas características de tratamento térmico.

Com efeito, a literatura é extensa em apontar o tratamento térmico como uma das questões mais críticas no que se refere à qualidade final da ferramenta, especialmente em relação às falhas (MESQUITA; BARBOSA, 2008).

De acordo com Nadca (2006), quando se trata de moldes e matrizes de grandes dimensões, a falha ou o baixo desempenho são fatores muito críticos, pois os custos são altíssimos chegando, muitas vezes, a mais de milhões de reais, absorvidos pelas peças produzidas, ou seja, pelo desempenho da ferramenta.

Além disso, o controle de outras propriedades, por ensaios destrutivos, seria inviável, pois acarretaria normalmente na perda do molde ou matriz tratado. Assim, é reportado na literatura, que o controle de qualidade dos procedimentos aplicados pelos tratadores térmicos é essencial (MESQUITA, 2005).

## 2.2.2 A importância do tratamento térmico em ferramentas industriais

Para produzir bons moldes e matrizes, cada parte do elo da cadeia tem que funcionar bem e para isso é preciso saber das necessidades como um todo. Entretanto, a interação entre os elos da cadeia ainda é fragmentada, ou seja, muitas vezes as empresas recebem ferramentas para tratamento térmico e não sabem quem fabricou o aço utilizado nelas (ABM, 2010).

Silva e Mei (2010) citam que o profissional interessado em produzir aplicações de aços ferramenta deve consultar o fabricante de aço, que pode desenvolver ou preparar um aço específico de acordo com a necessidade do produto.

Muitas vezes, o único controle de qualidade realizado pelos tratadores térmicos é o ensaio de dureza de aços ferramenta, além da resistência mecânica e dureza. Ademais, outras propriedades também podem ser definidas, como a resistência a quente, resistência ao revenido, estabilidade dimensional, usinabilidade e adequação a aplicação de tratamentos superficiais, como nitretação ou PVC. Todas essas propriedades são importantes e, em muitas aplicações, essenciais ao bom desempenho das ferramentas. (MESQUITA; BARBOSA, 2008). No entanto, a qualidade de um tratamento térmico não pode ser avaliada somente com o ensaio de dureza, pois isso não geraria um resultado real.

De acordo com Mesquita e Moraes (2012), o mais crítico ainda é que isso acontece com aços de baixa liga, cuja faixa de dureza é realmente dependente de um tratamento térmico correto, devido à baixa temperabilidade desses materiais.

De acordo com a norma NBR 6189 (1982), após o tratamento térmico adequado, os aços ferramenta podem adquirir as seguintes propriedades:

- Alta indeformalidade;
- Alta dureza;

- Alta resistência à perda de dureza no trabalho a quente;
- Alta resistência ao choque térmico;
- Alta resistência ao desgaste;
- Alta resistência ao choque.

Os elementos de ligas presentes nos aços ferramentas fazem com que tratamentos forçados levem os valores de ensaio de dureza, exigidos pela especificação. Outro exemplo, de tratamento térmico forçado, muitos operadores quando tratam uma peça pequena esquentam com o maçarico e até alcançam o ensaio de dureza desejado mas a microestrutura fica toda heterogênea (MESQUITA, 2010).

Diante disso, conclui-se que um controle de qualidade criado somente com os ensaios de dureza não é efetivo e real e que a tenacidade passa a ser afetada por um tratamento incorreto.

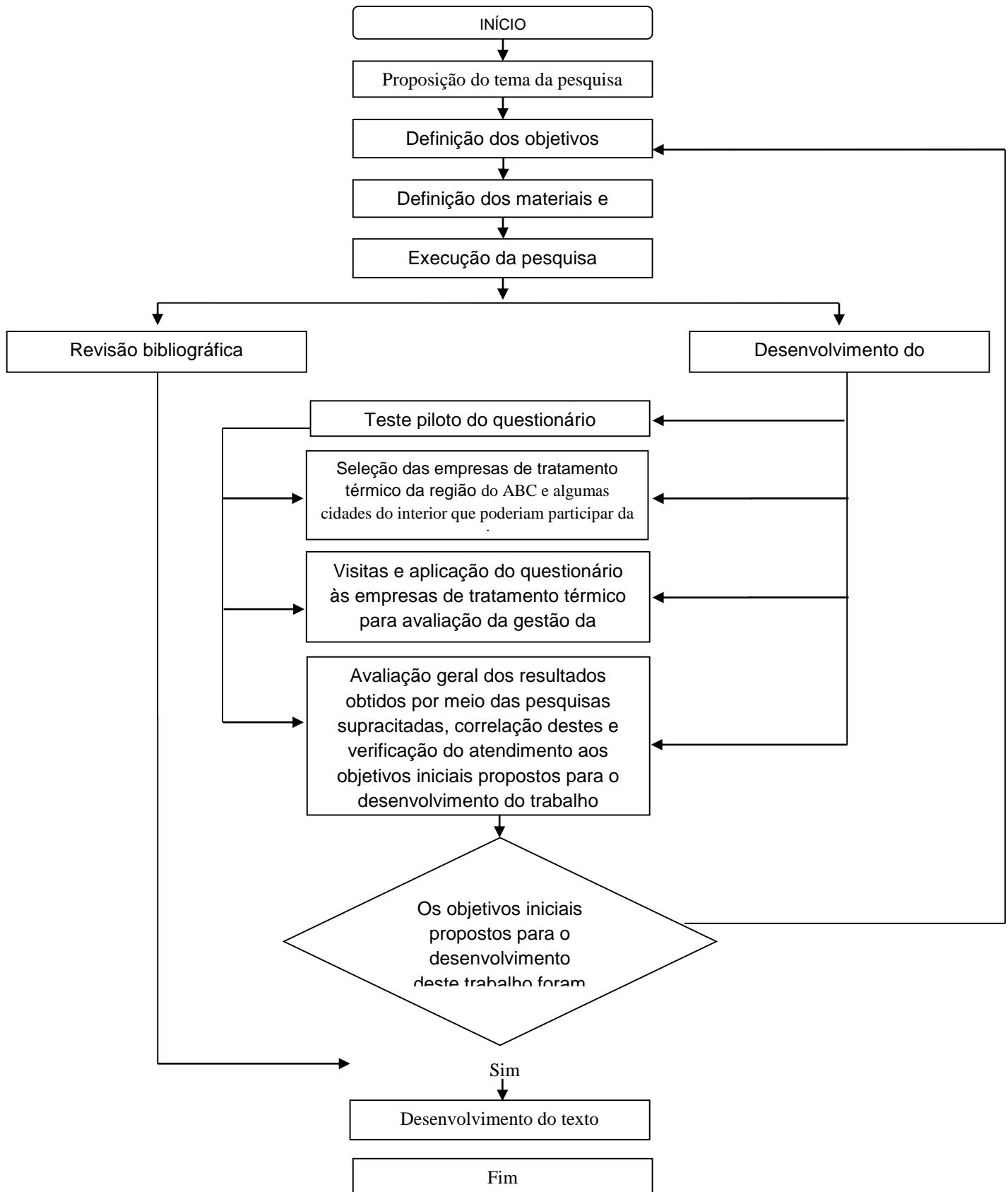
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção do trabalho foi subdividida da seguinte maneira:

- a) Caracterização da amostra: foram adotadas para este estudo a cidade de São Paulo, Diadema, Sumaré, Mogi das Cruzes e a região do ABC (composta pelos municípios Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul), situadas no Estado de São Paulo;
- b) Determinação do tamanho da amostra: o questionário foi aplicado para, pelo menos, 22 empresas, com uma margem de erro de 20%. Na medida em que as respostas foram chegando, esperava-se atingir uma margem de erro menor para validar as respostas;
- c) Elaboração do questionário: o instrumento de coleta de dados foi utilizado para entrevistar as pessoas responsáveis pela área de tratamento térmico. Ademais, o questionário utilizado foi desenvolvido baseado no trabalho de Mesquita (2010);
- d) Coleta de dados: a aplicação do questionário nas empresas de tratamento térmico de ferramentas industriais;
- e) Tratamento dos dados: foi atribuído um valor a cada resposta das questões feitas nas entrevistas, não estruturadas, realizadas nas empresas de tratamento térmico.

Na Figura 1, apresentam-se as etapas desenvolvidas para a realização deste trabalho.

**Figura 1** -Fluxograma do desenvolvimento deste trabalho



### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para analisar as práticas de gestão da qualidade empregadas pelas empresas de tratamento térmico da cidade de São Paulo, da grande ABC e do interior, foram realizadas entrevistas não estruturadas por meio de questionários aplicados a 22 empresas. Conforme já citado, anteriormente, o presente estudo se propôs a diagnosticar a gestão da qualidade nas empresas de serviços de tratamento térmico de moldes e matrizes no Brasil e compará-la com a empresa *benchmark* do setor.

Foram adotadas, para este estudo de caso, a cidade de São Paulo, Diadema, Sumaré, Mogi das Cruzes e a região do ABC (composta pelos municípios Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul), situadas no Estado de São Paulo, por apresentarem grande representatividade no setor de tratamento térmico.

### 3.2 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA

Conhecendo o tamanho da população,  $N$ , pode-se obter o tamanho da amostra aleatória simples,  $n$ , por meio da Equação 1 (OLIVEIRA; GRÁCIO, 2005). Assim, a população  $N$  a ser usada será 130 empresas.

$$n = \frac{N * \left( \frac{1}{E^2} \right)}{N + \left( \frac{1}{E^2} \right)} \quad (1)$$

Considerando uma margem de erro de 5%, tem-se uma quantidade mínima de 98 empresas a serem entrevistadas, nesta pesquisa. No entanto, como a quantidade é muito elevada e o tempo de estudo muito curto, levando em consideração o período para se realizar o mestrado, essa aquisição de dado seria inviável. Logo, se calculou os valores com uma margem de erro a 10, 15 e 20%, resultando em 56, 33 e 21 empresas a serem entrevistadas, respectivamente. Desta forma, o questionário foi aplicado a 25 empresas com uma margem de erro de 20% e na medida em que as respostas foram chegando, esperava-se atingir uma margem de erro menor para validar as respostas.

### 3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O questionário foi elaborado baseado no trabalho de Mesquita (2010), que relata os indicadores de qualidade no processo de tratamento térmico de ferramentas industriais. Para validá-lo, foi feito um pré-teste, enviado a 06 empresas do setor de tratamento térmico de moldes e matrizes.

Para uma melhor análise dos resultados, foi realizada uma abordagem quantitativa com a finalidade de estabelecer o Ranking Médio (RM) para o questionário que utilizou escala de 1-5 pontos para mensurar o grau de concordância das empresas que responderam aos questionários, bem como compará-las à empresa Benchmark. Foi verificado à concordância ou discordância das questões avaliadas, por meio da RM da pontuação atribuída às respostas, relacionando à frequência das respostas dos respondentes que fizeram tal atribuição, sendo que os valores menores que 3 são considerados como discordantes e, maiores que 3, como concordantes, considerando uma escala de 5 pontos, como mostrado na Tabela 1. O valor 3 foi considerado “indiferente” ou “sem opinião”, sendo o “ponto neutro”, equivalente aos casos em que os respondentes deixaram em branco (GIRAÇOL et al., 2011; SANTANA et al., 2010).

**Tabela 1**-Conversão da escala qualitativa para quantitativa

Respostas	Valores
Se sim, especificar	05
Provavelmente sim	04
Não sei	03
Provavelmente não	02
Não	01

O questionário foi baseado nos seguintes requisitos abordados, que englobam os principais indicadores de qualidade contidos nas respostas:

- Requisitos que abordam indicadores de Gestão:

**Requisito 01 (Treinamentos oferecidos aos funcionários):** As notas foram atribuídas segundo este critério: 05 pontos para as empresas que afirmam possuir programas, elaborados pelo setor de recursos humanos, de aprimoramento profissional para cada função específica; 03 pontos para as empresas que afirmam possuir treinamentos esporádicos para cada função específica e treinamentos de segurança no manuseio de moldes e matrizes e 01 ponto para a

empresa que não oferece treinamentos. Desta forma, elaborou-se a questão:

Para exercerem a função de tratador térmico os funcionários recebem treinamento de segurança para trabalharem em forno de alta temperatura?

**Requisito 02 (Sistema de Gestão da Qualidade):** As notas atribuídas foram: 05 para as empresas que seguem e aplicam a ISO 9001; 03 para as empresas que estão em fase de certificação e 01 para as que não acham necessária a certificação. Desta forma, elaboraram-se as seguintes questões:

A empresa possui um Sistema de Gestão da Qualidade?

A empresa possui políticas de qualidade com metas e objetivos estabelecidos?

**Requisito 03 (Experiência da equipe):** As notas dadas foram: 05 para as empresas que possuem em sua equipe engenheiros e técnicos com experiência em metalurgia e materiais, além de operadores com experiência em tratamento térmico de moldes e matrizes; 03 para as empresas que têm somente conhecimento prático em moldes e matrizes e 01 para as empresas que possuem funcionários com experiência em tratamento térmico não específica em moldes e matrizes. Desta forma, elaborou-se a seguinte questão:

A empresa conta com pessoal qualificado e com experiência necessária para a execução, acompanhamento e supervisão do tratamento térmico?

- Requisitos que abordam indicadores técnicos

**Requisito 01 (Produto em não conformidade):** As notas dadas às respostas foram medidas da seguinte forma: 05 para as empresas que fazem discussões técnicas com os clientes, identificando o problema desde a raiz, fazendo retrativa de não conformidade do aço e informando ao cliente e 03 para as empresas que restituem a peça perdida ao cliente e oferecem um acompanhamento até o final do processo. Desta forma, elaboraram-se as questões:

São estabelecidos métodos de controle de produtos não conforme?

Os produtos não conforme são identificados, registrados e segregados quando necessário?

**Requisito 02 (Manutenção dos equipamentos e instrumentos):** As notas foram atribuídas da seguinte forma: 05 para as empresas que mantêm um plano de manutenção preventiva, 03 para as que fazem manutenção de tempos em tempos e 01 para as que realizam uma manutenção

corretiva. Desta forma, elaborou-se a questão:

Os equipamentos estão preservados, limpos e possuem manutenção permanente?

**Requisito 03 (Processo/tecnologia):** As notas atribuídas foram: 05 para as empresas que já estabeleceram processos de tratamento térmico; 03 para as que ainda não estabeleceram, mas que dispõem de funcionários com experiência prática de tratamento térmico e 01 para as empresas que fazem tratamento térmico por meio de tentativa e erro. Desta forma, elaborou-se a questão:

A empresa conta com pessoal qualificado e com experiência necessária para a execução, acompanhamento e supervisão do tratamento térmico?

**Requisito 04 (Controle de recebimento de materiais):** As notas atribuídas foram: 05 para as empresas que possuem uma equipe especializada na verificação de projetos e na análise visual do aço, 03 para as empresas que só fazem análise visual geral e 01 para as que não fazem análise de recebimento. Desta forma, elaborou-se a seguinte questão:

A empresa possui uma equipe especializada em recebimentos de materiais?

- Requisitos que abordam indicadores operacionais

**Requisito 01 (Controles que evidenciam a execução e os resultados do tratamento térmico):** As notas atribuídas foram: 05 para as empresas que têm folha de processo e ordem de fabricação de peça, 03 para as empresas que têm um controle mediano do processo e 01 para as empresas que só controlam o resultado final da peça.

Desta forma, elaborou-se a questão:

Quais registros, que evidenciam a execução e os resultados do tratamento térmico, a empresa utiliza?

**Requisito 02 (Sistema de controle de fornos):** As notas foram dadas da seguinte forma: 05 pontos para os que responderam que o software do forno é integrado com o software utilizado pela empresa, 03 para quem respondeu que o software do forno não é interligado com o software utilizado pela empresa e 01 para quem utiliza o sistema manual. Desta forma, elaboraram-se as seguintes questões:

A empresa utiliza software para execução de serviços?

Quais registros, que evidenciem a execução e resultados do tratamento térmico, a

empresa utiliza?

**Requisito 03 (Medição para controle de tratamento térmico):** As notas foram atribuídas da seguinte forma: 05 para as empresas que fazem medida de dureza e calibração segundo o Inmetro, 03 para aquelas que fazem a medida segundo outra norma reguladora e 01 para as empresas que fazem esta medição esporadicamente.

Desta forma, elaboraram-se as questões:

São mantidos controles adequados sobre os processos de tratamento térmico?

A empresa possui instrumentos de inspeção e ensaio necessários para o controle de tratamento térmico?

Qual a periodicidade de calibração dos instrumentos e equipamentos?

Foram pesquisadas 22 empresas de tratamento térmico, localizadas na cidade de São Paulo e no interior. A amostragem previu a necessidade de uma avaliação inicial, para validação do método, para posteriormente realizá-la com as demais empresas. Desta forma, foram selecionadas as organizações mais conhecidas do setor, o que obviamente resulta em uma amostragem não aleatória, voltada para as empresas que fornecem o serviço de maior qualidade. Mesmo assim, ainda no sentido de validação do método, os resultados obtidos foram compilados, conforme descritos, a seguir.

#### 3.4 COLETA DE DADOS

A pesquisa de campo se desenvolveu, por meio de visitas às plantas das empresas de tratamento térmico e com base em entrevistas não estruturadas, que foi o método de coleta de dados empregado para obter as informações necessárias.

Durante as entrevistas com os responsáveis pelas empresas, os objetivos da pesquisa foram explicados verbalmente e posteriormente se aplicou um questionário de múltipla escolha. Ademais, as entrevistas foram validadas somente após a concordância dos participantes.

Além das respostas, foram anotados os comentários dos responsáveis pelas informações das empresas, classificadas como informações intangíveis, porém consideradas importantes para o tratamento dos dados obtidos.

#### 3.5 TRATAMENTOS DOS DADOS

Somados os valores de cada resposta às questões feitas nas entrevistas não estruturadas, realizadas nas empresas de tratamento térmico da região do ABC e de algumas cidades do interior, os resultados foram analisados e em seguida foi feito um comparativo de como é a gestão da qualidade nas empresas brasileiras. Com base nos resultados obtidos foi feito um *benchmarking*.

No que se referem aos dados tabulados, foi calculado a sua média e as respostas foram apresentadas na forma de um diagrama para uma melhor compreensão dos resultados obtidos sobre a análise dos dados.

$$\text{Média} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$\text{Porcentagem} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n} * 100$$

$$D_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{x_i - \bar{x}}{n-1}}$$

$$\text{Nota} = \sum_{i=1}^n x_i$$

Onde  $x_i$  é uma amostra qualquer,  $n$  o número de termos (quantidade da amostra),  $D_p$  o desvio padrão da amostra,  $f$  a frequência de cada resposta é a média da amostra.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram demonstradas as causas das falhas que ocorrem durante o processo de tratamento térmico de ferramentas industriais.

A avaliação da gestão da qualidade foi baseada nos 6M's de Ishikawa, uma ferramenta típica de avaliação de causa das falhas e efeito para desvios de qualidade.

Ademais, foi realizado um resumo de todas as informações levantadas, com o intuito de obter uma visão geral da gestão da qualidade a partir das questões dissertativas, dando ênfase às causas das falhas ocorridas durante o processo de tratamento térmico, demonstradas por meio de um diagrama.

Na Tabela 2, apresentada a seguir, mostram-se os resultados obtidos, compilados em dez requisitos. Após o levantamento dos dados, extraídos nos questionários, os resultados foram tabulados na forma apresentada na escala *Likert* de 1-5 pontos, conforme citado na metodologia.

Em relação ao primeiro requisito da Tabela 2, a média das respostas das empresas foi de 3,82, ou seja, a maioria das empresas pesquisadas não tem um sistema operacional interligado com o forno. Esta constatação é crítica, pois durante o processo de tratamento térmico ocorrem muitas variáveis que podem alterar a temperatura da peça, tais como: posição das peças, modo de colocação e quantidade de peça. Se a temperatura fosse controlada via sistema direto no computador do funcionário ele teria total controle da temperatura em tempo real. Para que ocorra um tratamento térmico de qualidade, o forno e as condições de tempo e temperatura são de suma importância.

Para uma melhor compreensão, desta análise, as perguntas foram agrupadas de acordo com a sequência de assuntos a serem analisados, não obedecendo à ordem do questionário. Quanto ao número de funcionários das empresas participantes, deste estudo, a média é de 06 a 100 funcionários.

**Tabela 2** -Análise média das respostas em relação aos requisitos abordados na pesquisa

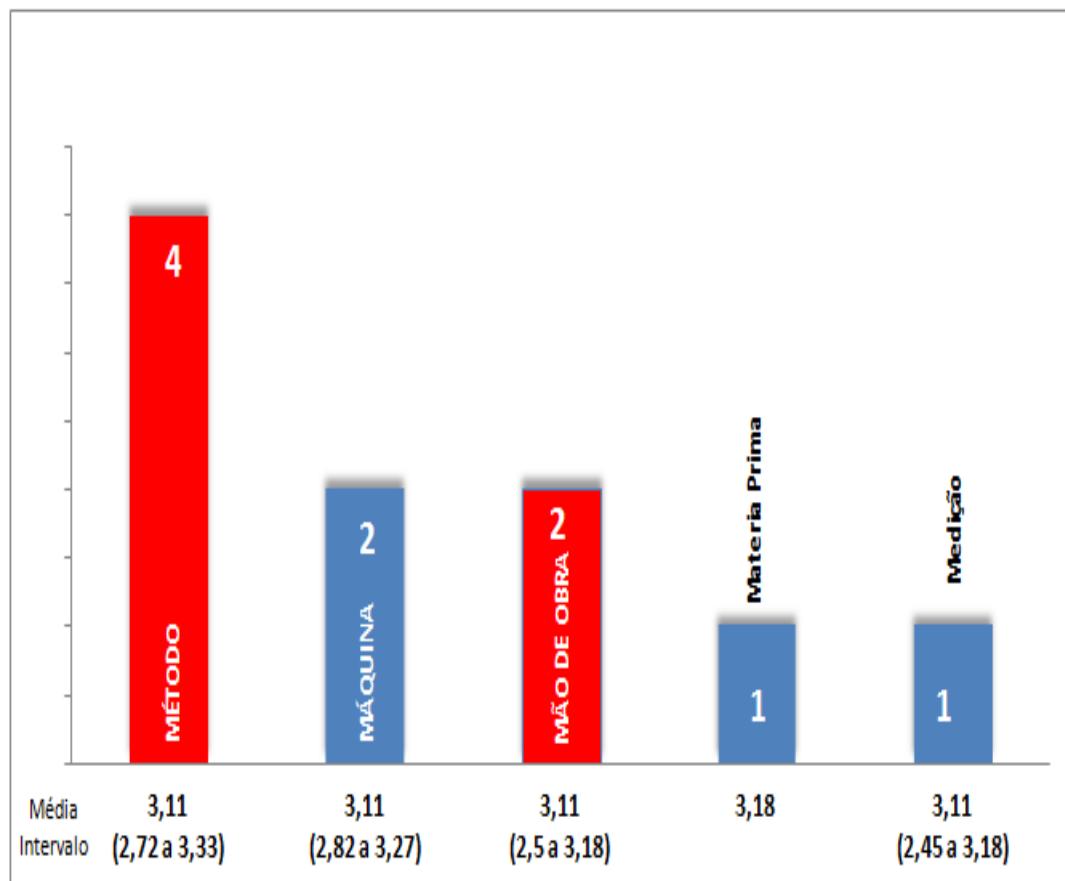
Empresa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Contreceb
1	3	1	5	1	1	3	3	3	3	3	
2	3	1	5	1	1	3	5	3	1	3	
3	3	3	5	3	3	3	5	3	5	5	
4	3	1	5	3	1	1	3	1	3	3	
5	3	3	5	3	3	1	3	3	5	3	
<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	
7	5	3	3	3	3	3	1	5	3	3	
8	1	3	5	5	5	3	3	1	3	3	
9	1	3	3	3	5	3	3	5	3	3	
10	5	3	3	1	3	3	5	5	3	3	
11	5	3	1	1	1	3	5	5	3	3	
12	5	3	3	1	3	3	5	5	3	3	
13	5	3	5	1	3	3	5	5	3	3	
14	5	3	3	1	3	3	5	5	3	3	
15	5	3	1	3	3	3	5	5	3	3	
16	5	1	5	3	3	3	5	5	3	3	
17	5	3	3	3	1	3	1	1	3	3	
18	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	
19	5	3	3	1	3	3	1	1	3	3	
20	5	3	1	1	1	1	1	1	3	3	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	
22	5	3	1	1	1	3	1	1	3	3	
<b>MEDIA</b>	<b>3,82</b>	<b>2,55</b>	<b>3,27</b>	<b>2,09</b>	<b>2,45</b>	<b>2,73</b>	<b>3,27</b>	<b>3,18</b>	<b>3,18</b>	<b>3,18</b>	<b>Contreceb</b>
<b>Sistema de controle de fornos</b>		Treinamento	SistGestao da Quali	Com troles	Medição	Não Conformidades	Manutenção	ProcTec	Experiênciada equipe		

Conforme se pode observar, foi feito o agrupamento dos 10 requisitos da tabela em cinco classes de estudo, segundo os 6M's de Ishikawa. Segue abaixo a descrição de como isso foi realizado.

A classe Método inclui 4 temas: Controle de processo, Não conformidade, Tecnologia/processo e Sistema de Gestão da Qualidade. A classe Máquina inclui 02 requisitos: Sistema de controle de fornos e Manutenção. A classe Mão de obra inclui 02 requisitos: Experiência da equipe e treinamento. Já a classe Matéria-prima inclui 01 requisito: Controle de

recebimento e a classe Medição inclui o requisito: Medição. Na Figura 2, a seguir, apresentam-se estas classes, bem como seus respectivos temas, de modo a facilitar a compreensão.

**Figura 2** -Diagrama com cinco classes criadas a partir dos 10 requisitos estudados e agrupados conforme os 6ms de Ishikawa



De acordo com a Figura 2, acima, pode-se visualizar que as classes Método e Mão de obra apresentam grande variação entre as respostas dadas pelas empresas e são justamente estas duas classes que incluem os temas mais importantes para a qualidade do tratamento térmico, o que é algo crítico, pois conforme referenciado por Moraes e Mesquita (2012), estes são os pontos que estão mais relacionados às falhas.

A segunda etapa da pesquisa envolveu a condução de análise de *benchmarking*, ou seja, foi realizado um estudo da Gestão da Qualidade nas empresas pesquisadas. A análise de cada empresa foi realizada por meio de questionários e visitas. Na tabela 3, demonstra-se o *benchmarking* das empresas envolvidas neste estudo.

**Tabela 3**-Benchmarking das empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes (2013)

Empresas	Posição	Nota
A	Benchmark	50
B	1	38
C, D	2	36
E, F, G, H	3	34
I, J, L	4	32
M, N, O, P	5	26
Q	6	24
R, S	7	22
T	8	20
U, V	9	16
X	10	14

A empresa brasileira eleita como Benchmark do setor de tratamento térmico de ferramentas indústrias, que serviu como objeto de estudo para esta pesquisa, está localizada na cidade de Sumaré, no estado de São Paulo.

Esta análise foi realizada com o intuito de identificar quais são as práticas de gestão da qualidade que a empresa benchmark do setor se utiliza e que a diferencia das demais no mercado.

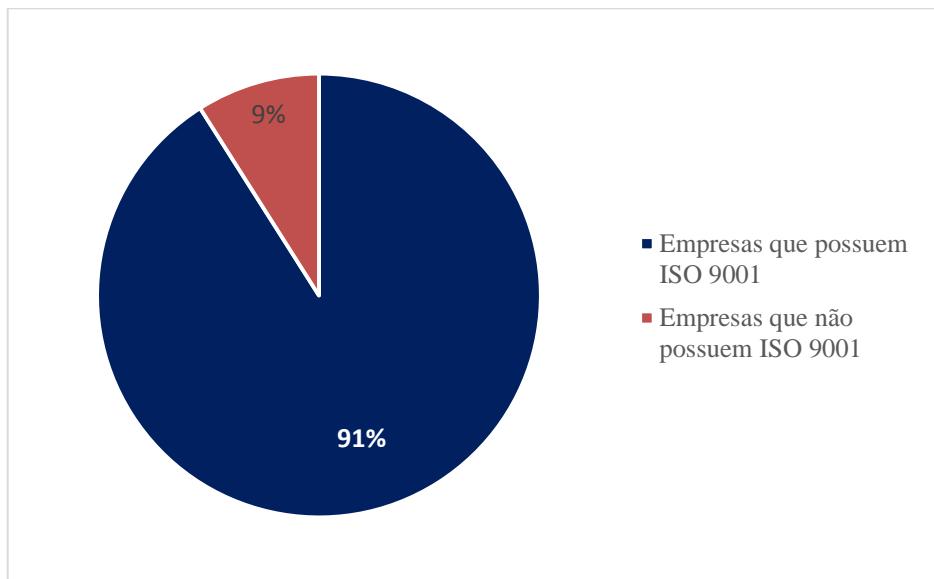
No Quadro 3, apresentam -se os requisitos de gestão, técnicos e operacionais e os indicadores de qualidade que a empresa benchmark do setor desenvolve em relação a eles.

**Quadro 3**-Indicadores de qualidade da empresa Benchmark do setor em relação aos requisitos de gestão da qualidade

Requisitos abordados	Indicadores de qualidade do <i>benchmark</i>
Gestão	Programas elaborados pelo setor de recursos humanos de aprimoramento profissional para cada função específica; Empresa possui certificação ISO 9001; Equipe é formada por engenheiros e técnicos com experiência em metalurgia e materiais, além de operadores com experiência em tratamento térmico de moldes e matrizes.
Técnico	Faz discussões técnicas com clientes, identificando o problema da raiz e fazendo retrativa de não conformidade do aço e informando ao cliente; Os processos de tratamento térmico são pré-estabelecidos; Plano de manutenção preventiva; Empresa tem uma equipe especializada para verificar o projeto da peça, análise do aço e tratamento térmico específico para este material.
Operacional	A empresa possui folha de processo e ordem de fabricação da peça; O software do forno é integrado com o software utilizado pela empresa; Os equipamentos e instrumentos são calibrados segundo o Inmetro.

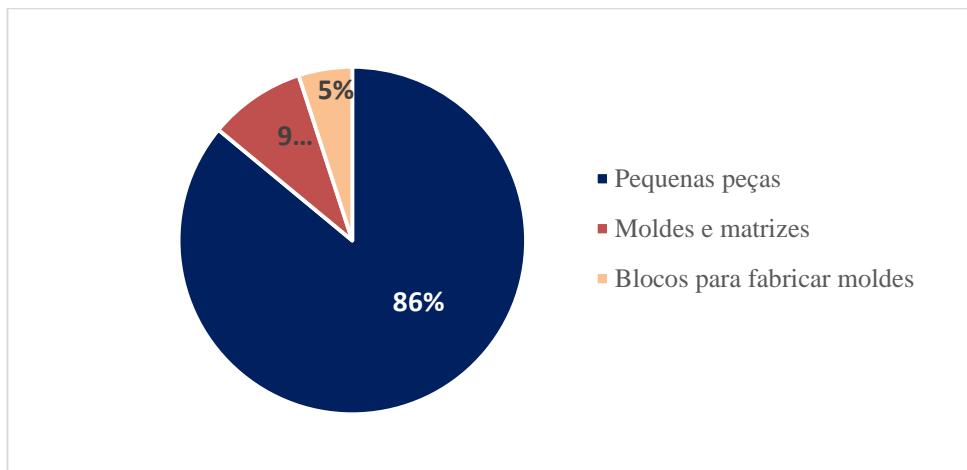
Na Figura 3, a seguir, constata-se que das 22 empresas pesquisadas, somente 9% não possuem a certificação ISO 9001, ao passo que 20 empresas a possuem.

**Figura 3-Resposta da questão referente à certificação ISO 9001**



Na Figura 4, revelam-se quais são os modelos de ferramentas industriais que as empresas participantes do estudo fazem tratamento térmico.

**Figura 4-Respostas referentes aos modelos de ferramentas industriais tratadas pelas empresas**



A maioria das empresas trabalha com pequenas ferramentas (buchas, parafusos, porcas, arruelas, molas, estampados, franges, buchas para indústria ferroviária etc), enquanto que duas fazem tratamento térmico de molde e matrizes, que se enquadram em ferramentas de médio e grande porte (bloco para produzir molde, roda de trem, superfície de impacto do vagão do trem, molde, matrizes, engrenagem, eixo, semi eixo, comando de válvula, hastes de embreagem, haste de máquina, coluna, material para usina, ferramentas de dobra, ferramentas de corte, tubos, tampos, ferramentas em geral para indústria petrolífera, roda de rolamentos, caldeiras,

tubulações, fornos, estruturas metálicas, bloco para fazer molde, placa nível de segurança para embreagem, peças para linha branca, peças em geral para construção civil, maçaneta, calota e ponteira do para-choque) e somente uma faz tratamento térmico em bloco para fazer o molde.

As empresas participantes deste estudo tratam, termicamente, em média de 40 a 200 toneladas de ferramentas mensalmente.

No que se refere ao controle de falhas dos modelos de moldes e matrizes após o tratamento térmico, constatou-se que nenhuma das empresas pesquisadas mensura quais modelos de moldes e matrizes apresentam maior incidência de falhas no final do tratamento.

A respeito do controle de falhas nas pequenas peças após o tratamento térmico, a mesma constatação foi feita, ou seja, nenhuma empresa mensura quais apresentam maior número de falhas após o tratamento.

Quanto à demanda das peças para tratamento térmico, as empresas pesquisadas também não a mensuram.

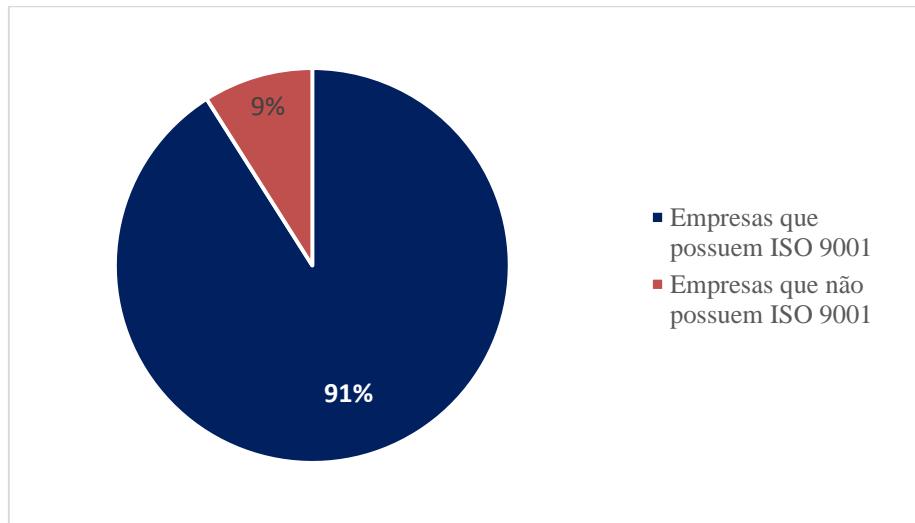
Ao serem questionadas sobre as peças segregadas pelas empresas, todas afirmaram que as ferramentas não são segregadas e que elas fazem retrabalho quando acontecem falhas ao final do tratamento térmico.

Já em relação ao controle do retrabalho, após o tratamento térmico, as empresas pesquisadas não mensuram a quantidade de retrabalho em cada lote de ferramentas.

No que se refere ao treinamento, a nota média das respostas das empresas foi de 2,5, ou seja, a maioria não tem programas elaborados, pelos recursos humanos, de aprimoramento profissional para cada função específica, e, na maioria das vezes, não disponibilizam treinamentos para seus funcionários, o que acarreta em danos para a empresa, pois grande parte dos tratadores térmicos não possui qualificação específica para exercerem esta função, de modo que fazem o tratamento das peças intuitivamente, utilizando apenas os controles de dureza e temperatura do forno, não controlando assim a temperatura da peça. Isto é, não seguem nenhum requisito de controle de processo, o que gera retrabalho para a empresa.

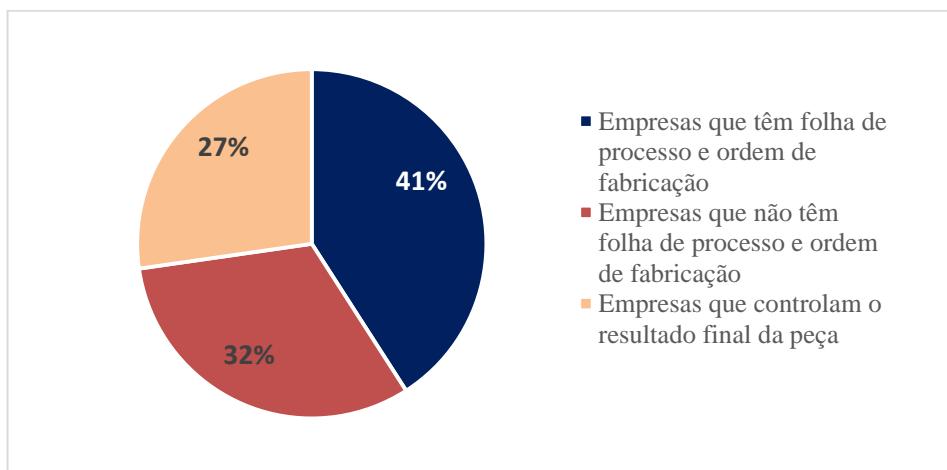
Observa-se, na Figura 5, que 91% das empresas pesquisadas possuem a certificação ISO 9001 e somente 9% responderam não ter interesse em adquiri-la.

**Figura 5**-Questão referente à Certificação ISO 9001



Com base na análise dos processos, na Figura 6 demonstram-se quais são utilizados pelas empresas. Conforme, pode-se observar, das empresas pesquisadas 41% possuem controle do processo de tratamento térmico e seguem os requisitos do fabricante da peça, enquanto que em 32%, os tratadores térmicos fazem o processo intuitivamente e não seguem nenhum requisito. Ademais, o que é uma situação ainda mais preocupante, 27% empresas além de fazerem o controle intuitivamente, ao final do processo do tratamento térmico controlam o resultado final, forçando a medida de dureza, que não pode ser considerada como resultado de um tratamento térmico correto. O controle deste tratamento está embasado em outras variáveis que são definidas e homologadas no processo pelas empresas.

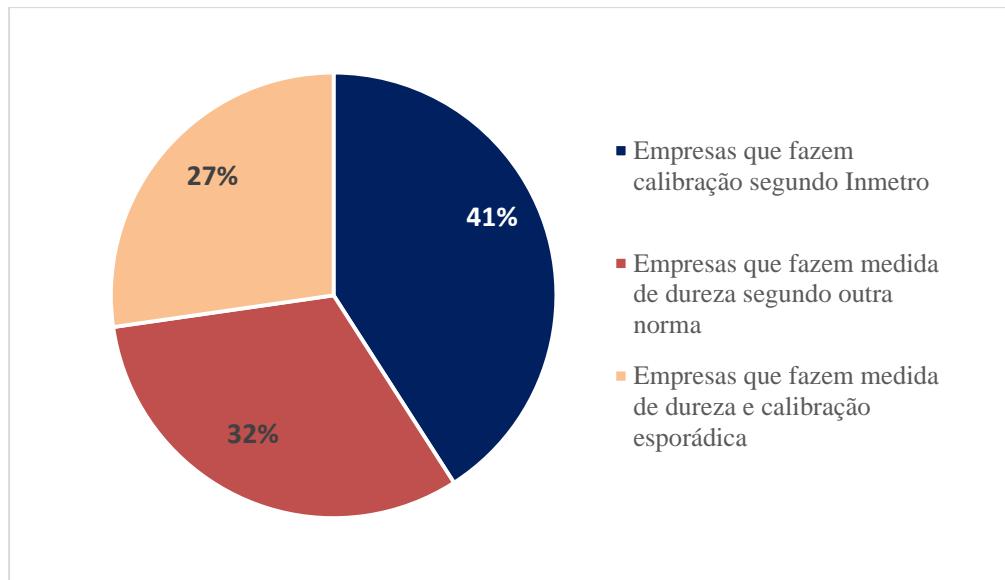
**Figura 6**-Controle de tratamento térmico feito pelas empresas



A medição do processo ,demonstrada na Figura 7, investiga como as empresas medem o tratamento térmico. Conforme pode - se observar,a maioria das empresas pesquisadas faz

calibração segundo o Inmetro, 27% das empresas além de calibração esporádica fazem também a medida de dureza e as demais fazem a medida de dureza segundo outra norma, que pode ser de uma consultoria.

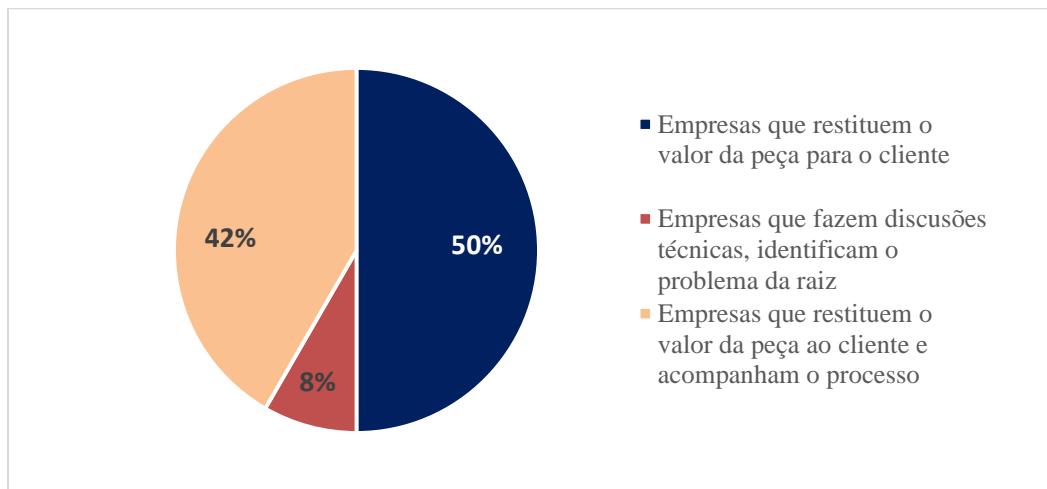
**Figura 7** -Resposta em relação à medição do tratamento térmico



A pesquisa confirmou que apesar das medições e calibrações realizadas em equipamentos e instrumentos, desenvolvidas pelas empresas, ainda não há a possibilidade de que ao final do processo o tratamento térmico alcance a qualidade necessária, pois existem outras variáveis metalúrgicas, neste caso em especial, o tempo e a temperatura.

Na Figura 8, a seguir, verificam-se as ações que as empresas realizam para os clientes quando acontecem não conformidades com a peça. Constatase que entre as empresas que tratam de ferramentas industriais, duas se destacam, pois fazem discussões técnicas e procuram identificar a raiz dos problemas ocorridos na peça, ao final do tratamento térmico, junto a seus clientes. Esta discussão acontece porque a empresa buscou conhecimento e fundamentação técnica para lidar com este tipo de problema.

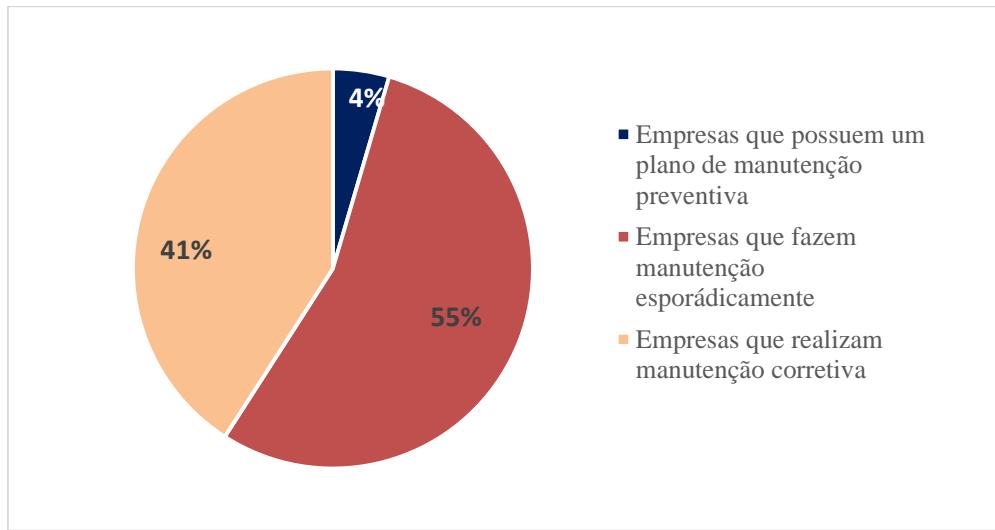
**Figura 8**-Ações das empresas para os clientes em relação ao produto não conforme



Em contra partida, a maioria das empresas participantes deste estudo somente restitui o valor da peça ao cliente, ao passo que 42%, além de restituir seus clientes fazem um acompanhamento até o final do processo. É de suma importância, para a prevenção de problemas que ocorrem ao final do processo, uma avaliação da peça antes do tratamento térmico, para identificar qual o tipo de aço com o qual a peça é produzida, de modo a definir que processo de tratamento térmico específico é usado para aquele tipo de aço. Por isso, é tão importante que o tratador térmico seja um profissional qualificado.

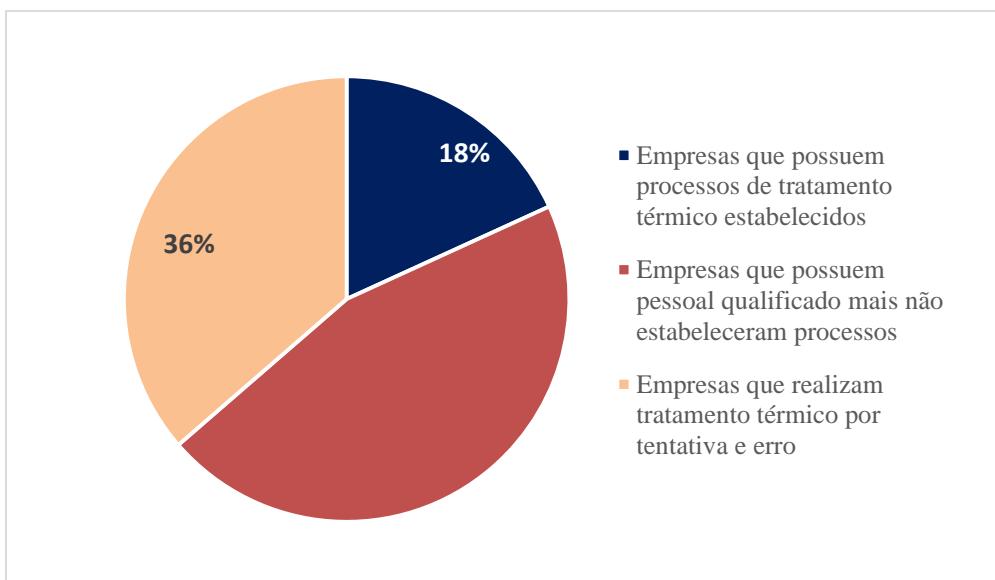
No que se refere à manutenção utilizada nas empresas, as seguintes respostas foram obtidas (Figura9). Dos planos de manutenção citados pelas empresas pesquisadas, somente a benchmark do setor possui um plano de manutenção preventiva. Outras 55% das empresas escolheram a manutenção esporádica como melhor opção para cuidar dos seus equipamentos e 41% realizam a manutenção corretiva. Estes dados indicam que as empresas pesquisadas ainda estão muito longe de anteciparem problemas relacionados aos equipamentos e instrumentos, se comparadas com o *benchmarking* do setor.

**Figura 9**-Tipos de manutenção utilizados pelas empresas



Na Figura 10, demonstram-se as empresas que possuem um processo de tratamento térmico estabelecido e profissionais qualificados.

**Figura 10**-Processo/tecnologia

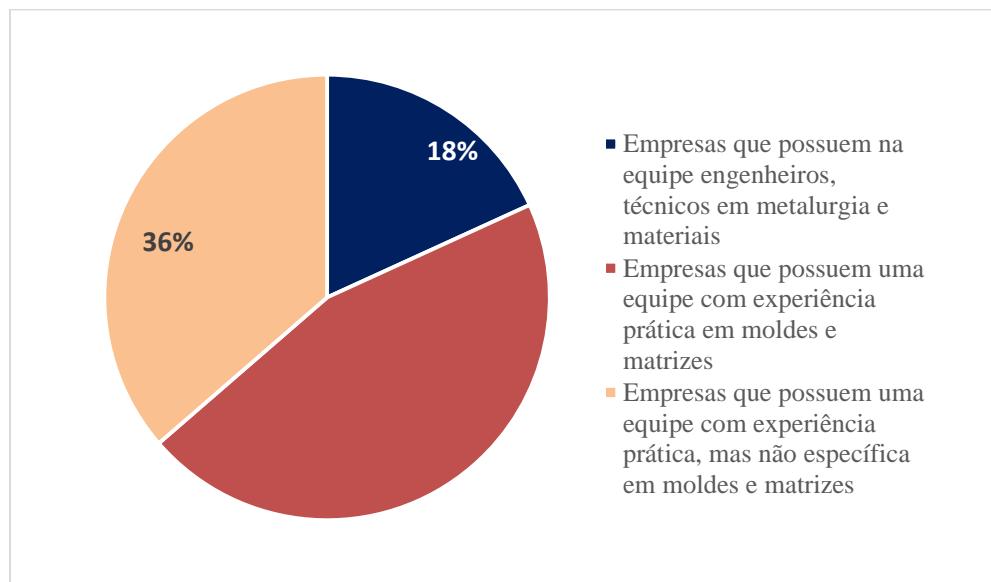


Observa-se que é relativamente pequeno o número de empresas que possuem processos de tratamento térmico estabelecidos nas empresas pesquisadas. Já o número de empresas que fazem o tratamento por meio de tentativa e erro chega a quase 50%. Ademais, identificou-se que mesmo as empresas que possuem profissionais qualificados, em geral não possuem processos de tratamento térmico estabelecidos. Como processos estabelecidos considera-se avaliar o aço em que a peça foi produzida e direcioná-la para um tratamento térmico adequado

e que já foi testado e aprovado pela empresa.

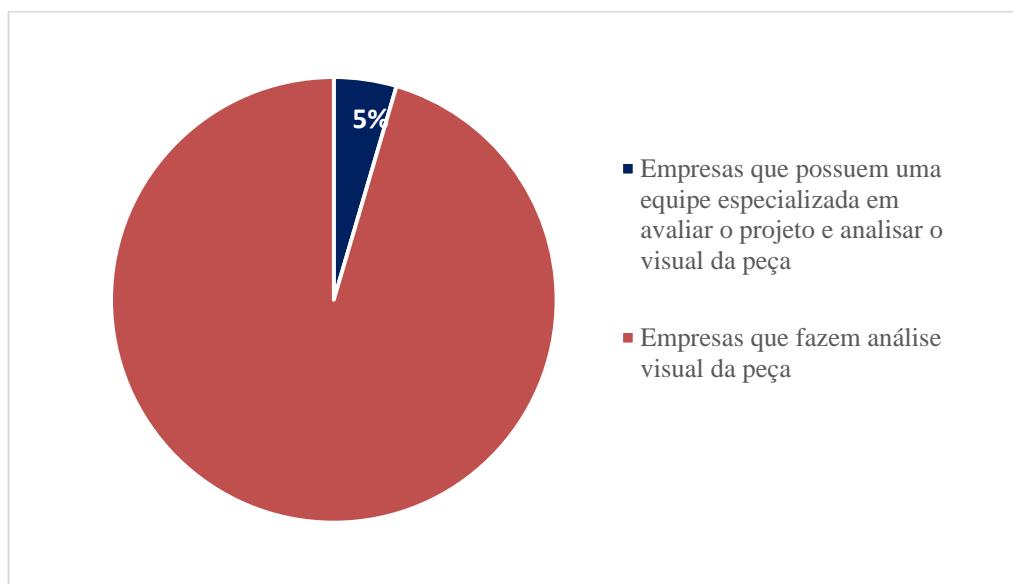
Quanto à Figura 11, apresenta-se a experiência de equipe. Segundo os dados apontados, 4 empresas possuem, em sua equipe de profissionais, engenheiros de materiais e técnicos em metalurgia e materiais. Percebe-se que a presença de profissionais qualificados contribui para o aprimoramento da empresa em relação à qualidade de seu tratamento térmico, pois eles possuem capacidades técnicas. Das 22 empresas, 46% revelam um perfil tradicional, presente na região do ABC Paulista, pois possuem uma equipe com experiência prática do cotidiano em tratamento térmico de vários moldes e matrizes.

**Figura 11-Experiência da equipe**



No que se refere ao tipo de avaliação de recebimento da peça adotado pelas empresas, conforme apresentado na Figura 12, constata-se que dentre as empresas participantes do estudo, a única que possui uma equipe especializada em avaliar o projeto e analisar o visual da peça é a benchmark do setor, enquanto que 95% das empresas só fazem uma análise visual da peça. É importante notar que a análise do projeto da peça deve estar diretamente atrelada ao processo de tratamento térmico que será realizado, pois cada tipo de aço tem um tratamento térmico específico, o que é o caso dos aços ferramentas, que por se tratarem de materiais de alta temperabilidade, podem gerar trincas se não passarem por este tipo de tratamento.

**Figura 12**-Avaliação de recebimento da peça



## 5. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo geral avaliar a gestão da qualidade em empresas de tratamento térmico de ferramentas industriais, de modo a compará-las e estabelecer uma análise de *benchmarking* fazendo um contraste com a empresa benchmark do setor. Para alcançar este objetivo, foi necessário subdividi-lo em três objetivos específicos.

Quanto ao primeiro objetivo específico identificou-se oportunidades de aprimoramento dos processos de tratamento térmicos pesquisados e de um maior investimento na qualificação profissional dos operadores de fornos, podendo-se desenvolver uma política de qualificação profissional nas empresas pesquisadas, por meio de parcerias com órgãos educacionais.

Como segundo objetivo específico, foram observados os pontos falhos em 21 empresas em uma amostra de 22. Para isso, foram utilizados, como instrumento de coleta de dados, questionários direcionados aos responsáveis pela área de qualidade, para se obter algumas informações dos funcionários. Como fonte de orientação, utilizou-se a pesquisa de Mesquita (2010) sobre a gestão da qualidade em empresas de tratamento térmico de moldes e matrizes.

A análise dos dados indicou como pontos falhos o tratamento térmico e controlado por meio de ordens de serviços manuais, da análise visual da peça, do acompanhamento feito pela leitura do visor da temperatura do forno e não da peça, do durômetro, do ensaio metalográfico e do gráfico de temperatura.

Quanto ao terceiro objetivo específico, identificaram-se os requisitos específicos de *benchmarking* que foram aplicados na amostra deste estudo. São eles: controle de processo, não conformidades, tecnologia, sistema de gestão da qualidade, sistema de controle de fornos, manutenção, experiência da equipe, treinamento, controle de recebimento, medição e matéria-prima.

As conclusões obtidas por meio dos resultados podem contribuir para o aumento da gestão da qualidade das empresas de tratamento térmico de ferramentas industriais do Estado de São Paulo e colaborar ainda mais com as organizações do Brasil, pois segundo os estudos de Mesquita (2010), a maioria das empresas de tratamento térmico do Brasil não segue os requisitos para a garantia de um tratamento térmico de qualidade, sendo que o processo empregado precisa ser cuidadosamente conhecido e as variáveis envolvidas conhecidas (equipamentos, procedimentos e condições de tempo e temperatura).

No quarto objetivo específico foi observado como é a gestão da qualidade em uma amostra de 21 empresas e em 01 considerada referência de grande porte, localizada na cidade de Sumaré.

De modo geral, concluiu-se que entre as empresas pesquisadas, 20 são certificadas pela ISO 9001, mas isso não é suficiente para garantir a qualidade final do tratamento térmico, pois foram encontrados pontos falhos, especialmente no que se refere ao método de tratamento térmico, como por exemplo, controle durante o processo, controle de não conformidades e processos ou tecnologia pré-estabelecidos.

## 6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de estudos futuros apontam - se as seguintes sugestões:

- Aplicação de um estudo mais abrangente, se possível envolvendo outros polos de tratamento térmico de ferramentas industriais no Brasil;
- Pode surgir um interesse em aplicar um *benchmarking* nas empresas do Brasil e fazer um comparativo com a Áustria, pois as empresas deste país têm o mesmo perfil que o Brasil;
- As empresas austríacas são constituídas por poucos funcionários e há uma certa facilidade na troca de informações entre o Brasil e a Áustria, já que a Universidade Nove de Julho e a *University of Applied Sciences Upper Austria* possuem uma parceria.

## REFERÊNCIAS

- ABINFER – Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais. Disponível em: <<http://abinfer.org.br/site/representatividade/>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- ABM- Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. Disponível em: <<http://www.abmbrasil.com.br/epss/>>. Acesso em: 15 ago. 2012.
- AJEP- Associação de Jovens Empresários de Portugal. Disponível em: <http://www.anje.pt/portal/empreendedorismo>. Acesso em: 17 nov. 2013.
- AIRES,R.F.F. *Benchmarking* de escolas de governo do Brasil: proposta de melhoria para a escola de serviço público do estado da Paraíba. **Sistemas e Gestão**,v. 7,n.4,p.570-583,2012.
- ALTAN,T.;LILLY,B.;YEN,Y.C .Manufacturing of dies and molds.CIRP Annals-Manufacturing Technology,vol.50,n.2,2001,p.405-423.
- ANDRADE, L. C. M.Determinantes para a utilização de práticas de contabilidade gerencial estratégica: um estudo empírico. **RAM –Rev. Adm. Mackenzie**, São Paulo, v. 14, n.1,p. 98-125, fev.2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001:2008: Sistema de gestão da qualidade – Requisitos**.São Paulo:ed. ABNT, 2008, p.2-4.ABNT NBR 6189 (1982),
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6189:1982: Classificação do aços ferramenta** São Paulo:ed. ABNT, 2008, p.2-4. ABNT NBR 6189 (1982),
- BORTOLOTTI, S.L.V SOUZA R.;SOUZA,A.Análise da qualidade final de azeitonas verdes.In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão,Niterói, 2009.
- BORTOLOZZO, J. J.B.; BASIC, M. J.Modelo para apoio a Gestão consistente de custos em pequenas e médias empresas: aplicação numa empresa do setor químico.**Revista UniversoContábil**, Blumenau, v. 3, n. 2, p. 55-72, maio/ago. 2007.
- CALARGE,F.A.;SATOLO,E.G.;PEREIRA,F.H.Avaliação de implementação do leanproduction baseada na norma SAE 14000,uma análise em empresas do setor automotivo no Brasil e na Espanha.In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ABEPRO,2009.
- CAMPANA, G. A.; FARO, L. B.; GONZALEZ, C. P. O. Fatores competitivos de produção em medicina diagnóstica: da área técnica ao mercado. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, v. 45, n. 4, p.295-303, ago. 2009.
- CARVALHO, M. M.; MIGUEL, P. A. C. Qualidade e Sustentabilidade. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. Gestão da Qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: ed. Campus, 2012.
- CORREIA, T.M. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey o papel da sustentabilidade e do *benchmarking* na medição da performance: o caso da indústria aeroportuária. 2012.95f.Dissertação. (Mestrado em Gestão) - Instituto Universitário de Lisboa, 2012.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. Fatores-chave de sucesso para sistemas de indicadores de desempenho para *benchmarking* colaborativo entre empresas construtoras. **Ambient. constr.** (Online), Porto Alegre, v. 11, n. 3, p.143-159, set. 2011.

DANTAS,A.G.O.;SANTOS,P.E.C.;CORREIA,A.M.M.Qualidade e boas práticas de fabricação Estudo de caso em empresa no ramo salineiro em Mossoró-RN.VII Seminário de Engenharia de Produção,2012.

DEMING, W.D. A nova economia para a indústria, o governo e a educação. Rio de Janeiro, ed.Qualitymark, p.186,1997.

DUARTE, C.M.M. Desenvolvimento de sistemas de indicadores para *benchmarking* em empresas de construção civil. 2011.117f.Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, 2011.

FIGUEIREDO, D.S.; MELLO, J. C. C.B. S. Índice híbrido de eficácia e eficiência para lojas de varejo. **Gestão&Produção**, São Carlos, v. 16, n. 2,p.286-300, jun. 2009.

GUEIBER, D. Efeito do silício nas propriedades mecânicas e na precipitação secundária do aço ferramenta H11. 2009.Dissertação 97f (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Técnológica Federal do Paraná, 2009.

JURAN, J. M. Juran na liderança pela qualidade. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

KRAJNIK,P.;KOPAC,J.Modern machining of die and,mold tools. **Journal of MaterialsProcessing Technology**, v.157-158,p .543-552, 2004.

Levitt,J., Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Pres, New York.. p.350, 1972.

MAICZUCK,J. ;ANDRADE,P.Aplicação de ferramentas de melhoria da qualidade e produtividade nos processos produtivos um estudo de caso.**Qualitas**, v.14,n.1, 2013.

MARSALIA,L.N. et al. Benchmarking: um instrumento para o mundo moderno. **Granberry**, v.10, n.5,2008.

MELLO, L.C.B.B.; AMORIM, S. R. L. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Produção**, v. 19, n. 2, p.388-399, 2009.

MESQUITA, R. A. Efeito do silício nas propriedades mecânicas e na precipitação secundária do aço ferramenta H11.Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, 2009.

\_\_\_\_\_. HeatTreatingStudies. In: VH13ISO e VF800AT Tool Steel Grades.3º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, São Paulo, ago. 2005.

\_\_\_\_\_. O controle da qualidade no tratamento térmico de aços ferramenta.In: XXX Encontro Nacional se Engenharia se Produção - ENEGEP, São Carlos, 2010.

\_\_\_\_\_.;BARBOSA, C. A. Failure Analysis in Tool Steels. In: CANALE, L. C. F.; MESQUITA, R. A.; TOTTEN, G. E. **Failure Analysis of Heat Treated Steel Components**. Ohio: American Society for Metals, 2008.

MESQUITA, R. A.;MORAES,P.A.V.Tratamento térmico de moldes e matrizes aspectos relevantes de qualidade.**Exacta**, v.10, n.3,p. 357-370,2012.

MORAES ,P. A.V. .;MESQUITA,R.A. Diagnóstico da Gestão da Qualidade em ferramentas industriais.68ºCongressoInternacional de Metalurgia e Materiais,p. 345-360, 2013.

MORIARTY, J.; SMALLMAN, C. En route to a theory of *benchmarking*, **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 4, 2009.

NADCA – North American Die Casting Association. Special Quality Die Steel; Heat Treatment Acceptance Criteria for Die Casting Dies, Ed. North American Die Casting Association, Holbrook Wheeling, Illinois, 2006.

NORMA ASTM A-600 - vol. 01.05, Section 1, 1991.

OLIVEIRA ,G.S.L.;PICHETTI,G.;SUMITA,M.;SCARTEZINI,M. Controle da qualidade na coleta do espécime diagnostic sanguíneo: iluminando uma fase escura de erros pré-analíticos. **Jornal Bras. Patol. Med Lab**,v. 45, n. 6, p. 441-447,2009.

OLIVEIRA,J.A.;NADAE,J.;OLIVEIRA,O. J.;SALGADO,M.H. Um estudo sobre a utilização de sistemas,programas e ferramentas da qualidade em empresas. **Produção**, v. 21, n. 4, p. 708-723, dez. 2011.

OLIVEIRA, L. R. Desenvolvimento de um protótipo de Sistema Especialista Aplicado ao Planejamento da Construção de Edifícios de Vários Pavimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do sul, 1997.

OLIVEIRA,O.;GRAEL,P.F.F. Sistemas certificáveis de gestão ambiental e da qualidade práticas para integração em empresas do setor moveleiro.**Prod.**, v. 20, n. 1, p. 30-41,mar.2010.

ROTHBARTH,R.Gestão da Qualidade um processo de acreditação hospitalar. 2011.89f.Dissertação. (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal do Paraná, 2011.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas Empresas. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/metal-mecanica>>. Acesso em: 5maio 2013.

SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. M. Presença dos princípios da mentalidade enxuta e como introduzi-los nas práticas de gestão das empresas de transporte coletivo de Porto Alegre. **Prod.**, São Paulo, v. 20, n. 1, p.15-29, mar. 2010.

SILVA,L.S.;FLORES,D.Gestão da qualidade em arquivos,ferramentas,programas e métodos. In: 3º Simpósio Baiano de Arquivologia, Salvador: SBA,2011.

SILVEIRA, J. Q.; MEZA, L. A.; MELLO, J. C. C. Identificação de benchmarks e anti-benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida. **Prod.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p.788-795, dez. 2010.

SOUZA, J. Desenvolvimento de indicadores síntese para o desempenho ambiental. **Saude soc.**, São Paulo, v. 18, n. 3,p.500-514, set. 2009.

ULIANI, C. D..Indicadores de sustentabilidade em medicina laboratorial. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p.233-239,jun. 2011.

VIEIRA, K. F.A utilidade dos indicadores da qualidade no gerenciamento de laboratórios clínicos. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, v.47, n. 3, jun. 2011.

VITORELI,G. A. . Estruturação de um programa de qualificação em gestão da qualidade, segurança e saúde ocupacional apresentação dos resultados de uma aplicação piloto realizada no aglomerado metalmecânico de Sertãozinho. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 689-704, 2012.

## ANEXOS

### ANEXO A: CRONOGRAMA

**(Dezembro de 2013 a Fevereiro de 2014)**

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS	01	02	03
Levantamento Bibliográfico.			
Tabulação dos dados e cálculos estatísticos			
Confecção do texto discursivo sobre os dados obtidos			
Entrega do texto para a Qualificação.			
Elaboração de trabalho científico (para congresso ou revista).			
Entrega do texto para a defesa			
Defesa da Dissertação			

## ANEXO B. QUESTIONÁRIO USADO NESTE TRABALHO

Sobre a Gestão da Qualidade em empresas de Tratamento Térmico de Moldes e Matrizes.

Questão 01) Qual o número de funcionários da empresa?

- a) de 01 a 10 ( )
- b) De 11 a 100( )
- c) 101 a 1000 ( )
- d) De 1001 a 2000 ( )
- e) Acima de 2001 ( )

Questão 02) A empresa possui Sistema de Gestão da Qualidade?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 03) A empresa possui políticas de qualidade com metas e objetivos estabelecidos?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 04) Quais registros, que evidenciam a execução e os resultados do tratamento térmico, a empresa utiliza?

- a) Relatório manual ( )
- b) Software integrado com o software dos fornos ( )
- c) Relatório manual ( )
- d) Relatório emitido via sistema ( )
- f) Software não interligado com os fornos ( )

Questão 05) Para exercerem a função tratador térmico os funcionários recebem treinamento de segurança para trabalharem em forno de alta temperatura?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim( )
- c) Não sei( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 06) São mantidos controles adequados sobre os processos do tratamento térmico?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 07) A empresa possui instrumentos de inspeção e ensaio necessários para controle do tratamento térmico?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 08) São estabelecidos métodos de controle de produtos não conforme?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 09) Os produtos não conforme são identificados, registrados e segregados quando necessário?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 10) Os equipamentos estão preservados, limpos e com manutenção permanente?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 11) A empresa utiliza software para execução de serviços?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 12) Os equipamentos e instrumentos possuem registro de validação?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 13) Qual a periodicidade de calibração de instrumentos e equipamentos?

- A) Diariamente ( )
- B) Semanalmente ( )
- c) Trimestralmente ( )
- d) Semestralmente ( )
- e) Anualmente ( )

Questão 14) A empresa conta com pessoal qualificado e com experiência necessária para a execução, acompanhamento e supervisão do tratamento térmico?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 15) A empresa possui uma equipe especializada em recebimentos de materiais?

- a) Se sim, especificar ( )
- b) Provavelmente sim ( )
- c) Não sei ( )
- d) Provavelmente não ( )
- e) Não ( )

Questão 16) Quantas toneladas são tratadas anualmente pela empresa?

Questão 17) Quais modelos de moldes e matrizes que são segregados anualmente pela empresa? E em média quantos?

Questão 18) Após o término do tratamento térmico quais são os modelos de moldes e matrizes que apresentam um número maior de falhas?

Questão 19) Em relação ao tratamento térmico de moldes e matrizes, quais são os modelos que possuem maior demanda?

Questão 20) Anualmente quantas toneladas a empresa têm de retrabalho e quais os modelos de moldes e matrizes que dão retrabalho?

## ANEXO C. ARTIGOS E TRABALHOS PUBLICADOS

MESQUITA,R.A.;MORAES,P.A.V.M.Tratamento térmico de moldes e matrizes aspectos relevantes de qualidade.**Exacta**, v.10, n. 4,p.357-370, 2012.

MORAES,P.A.V.M.;MESQUITA,R.A.Diagnóstico da Gestão da Qualidade em ferramentas industriais. In:Congresso Internacional de Metalurgia e Materiais. 68. 2013, Belo Horizonte: ABM, 2013,p. 345-360.