

DISPOSITIVO PRÁTICO E DE BAIXO CUSTO, COM TECNOLOGIA 100% NACIONAL, PARA AVALIAÇÃO DA TEMPERABILIDADE DE AÇOS¹

PRACTICAL AND LOW COST DEVICE, WITH 100% BRAZILIAN TECHNOLOGY, FOR EVALUATING STEEL HARDENABILITY

Hantony Matheus Zimmermann¹

Cristiano José Turra²

Mário Wolfart Junior¹

¹Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO: A Extensão Tecnológica adquire destaque no Brasil a partir de 2008 com a organização da Rede Federal de Educação Tecnológica integrando cerca de 600 campi dos Institutos Federais. Além dos programas de extensão ‘clássicos’ que integram saberes tradicionais da comunidade e conhecimentos especializados da academia, a Extensão Tecnológica também contribui para o desenvolvimento tecnológico em setores específicos através da parceria com indústrias. Este trabalho exemplifica os frutos dessa parceria ao apresentar o desenvolvimento de dispositivo voltado à determinação da temperabilidade de aços através do ensaio Jominy, idealizado e construído por professores e estudantes do Laboratório de Ensaio Mecânicos e Metalúrgicos do Campus Luzerna do Instituto Federal Catarinense, em parceria efetuada com 11 empresas integrantes do Arranjo Produtivo Eletrometalomecânico de Luzerna. Como resultado, o dispositivo foi eficiente na determinação da temperabilidade do aço SAE 1045 em ensaio Jominy, apresentando resultados condizentes com a literatura.

Palavras-Chave: Temperabilidade de Aços; Jominy; Extensão Tecnológica.

ABSTRACT: The Technological Extension has gained prominence in Brazil since 2008 with the organization of the Federal Technological Education Network, integrating about 600 campuses of the new Federal Institutes. In addition to the 'classic' extension programs that integrate traditional knowledge from the community and specialized knowledge from the academy, Technological Extension also contributes to technological development in specific sectors through partnership with industries. This work exemplifies the results of this partnership by presenting the development of a device aimed at determining the hardenability of steels through the Jominy test, device designed and built by teachers and students of the Mechanical and Metallurgical Testing Laboratory of Catarinense Federal Institute's Luzerna Campus, in a partnership carried out with 11 companies that are part of the Luzerna Town's Electro Metal-mechanical Cluster. As a result, the device was efficient in determining the hardenability of SAE 1045 steel in a Jominy test, presenting results consistent with the literature.

Keywords: Steel Hardenability; Jominy; Technological Extension.

INTRODUÇÃO

O Arranjo Produtivo Local Eletrometalomecânico de Luzerna, localizado na região Meio Oeste Catarinense, adquire importância cada vez mais expressiva no cenário regional, não apenas em termos de empregos gerados e número de

¹ Este trabalho é fruto de projeto de pesquisa sem fomento ou bolsa de qualquer natureza.

empresas (ZAAK SARAIVA; MOREJON, 2020), mas também no que diz respeito à inovação gerencial e administrativa (LINHARES et al., 2020) e desenvolvimento tecnológico, a partir da criação de novas técnicas e novos usos para materiais, equipamentos e processos, em um sistema local de inovação (BENCKE et al, 2018).

A localização deste APL facilita o escoamento da produção metalomecânica através do modal rodoviário, pois está situado a distâncias curtas e similares das três capitais da região sul, cerca de 8 horas por caminhão até Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, e a menos de 12 horas do ABC Paulista, região mais industrializada do Brasil (IBGE, 2015).

Por outro lado, o processo de globalização tecnológica de fins do Século XX e inícios do Século XXI traz uma série de desafios às indústrias de transformação brasileiras (IPEA, 2010), com a redução radical dos custos com transporte e comunicações, reduzindo as possíveis vantagens trazidas pela proximidade em relação aos mercados consumidores (CORRÊA, 2010).

Desta forma, a redução dos custos de produção através de investimentos no controle de qualidade e especialmente através do aumento da eficiência operacional passam a ser essenciais no aumento da competitividade da indústria, especialmente se associados ao desenvolvimento de base tecnológica por novos dispositivos ou métodos de produção e medição, satisfazendo às necessidades dos consumidores (FEIGENBAUM, 1994).

O papel dos Institutos Federais de Educação Profissional e Tecnológica no desenvolvimento de base tecnológica que auxilie as indústrias, além de observado na prática em diversas regiões, está previsto na própria legislação que origina essas instituições, voltadas, entre outras finalidades, à parceria com empresas localizadas em seu entorno através da Extensão Tecnológica (PACHECO, 2014).

Este trabalho, que apresenta o desenvolvimento de um dispositivo Jominy usado na determinação da temperabilidade de aços, pode ser considerado um exemplo claro dos resultados da Extensão Tecnológica ocorrida através da parceria entre o Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna, e as indústrias integrantes do Arranjo Produtivo Local Eletrometalomecânico de Luzerna.

Com base em estudos feitos por Cruz (2005) e Scheidemantel (2014) sobre o método Jominy para a avaliação da temperabilidade de aços, os professores e estudantes integrantes do projeto construíram e validaram um dispositivo para ensaios de temperabilidade Jominy, seguindo normas que regulamentam a sua construção, afim de realizar pesquisas aplicadas em aços para todas as empresas metalomecânicas da região, bem como utilizar o dispositivo em aulas práticas no IFC Campus Luzerna, auxiliando assim na formação de alunos do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica ofertado pelo Campus.

O texto é constituído por 6 seções, incluindo-se esta introdução, seguida pelo referencial teórico, pelos métodos, pelos resultados e pelas considerações finais, além das referências bibliográficas aqui utilizadas.

BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Esta pesquisa, que busca descrever o processo de elaboração de um dispositivo voltado à realização de Ensaios Metalúrgicos em um Laboratório Federal através da parceria com empresas integrantes de um Arranjo Produtivo Local, versa por isso sobre certas áreas do conhecimento, especialmente a Extensão Tecnológica e a Temperabilidade dos Aços.

Tais assuntos são tratados separadamente a seguir.

Extensão Tecnológica

Segundo autores especializados no estudo da Extensão Universitária, esta teve início ainda no século XIX nos Estados Unidos, com a prestação de serviços especializados para empresas a partir de uma perspectiva comercial-assistencialista, e na Inglaterra, na mesma época, com a implantação de cursos gratuitos para as comunidades próximas aos campi, com um viés caritativo (VILLAR, 2011; TAVARES, 1997; JEZINE, 2004).

No Brasil, depois de uma longa evolução, a extensão viveu momentos de menor prestígio como no período da ditadura civil-militar de 1964 a 1985, quando a Extensão Universitária adotou uma característica eminentemente assistencialista de prestação de serviços, apesar das pressões dos estudantes e de entidades como a União Nacional dos Estudantes - UNE (ALMEIDA, 1991; SOUZA, A., 2000).

Segundo Florido (2010), após o período de redemocratização concluído com a promulgação da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) e as primeiras eleições diretas depois de quase 30 anos, a prática da Extensão Universitária retornou com vigor à ação das instituições federais de ensino e pesquisa, e terminou por adquirir as principais características gerais que hoje a definem no contexto brasileiro (FREIRE-BRASIL, 2011).

A Extensão Tecnológica, que sempre esteve presente no universo das práticas extensionistas brasileiras, notabilizou-se mais acentuadamente em inícios do Século XX, com a instituição na década de 1930 de uma estrutura que perdura até os dias atuais, a das escolas técnicas federais de agropecuária – tais escolas passaram por várias denominações ao longo das décadas seguintes, incluindo a denominação mais tradicional de ‘Escolas Agrotécnicas Federais’ que perdurou por cerca de 40 anos, até chegarem aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, denominação final atribuída em 2008 – com uma concepção fortemente ligada à ação extensionista para os produtores rurais, sendo apenas ao final dos anos 1970 e durante os anos 1980 instituídos os Cefet’s, com atuação mais voltada à indústria de transformação (PACHECO, 2014).

Determinação da Temperabilidade dos Aços

A influência da composição de uma liga sobre a habilidade de uma liga de aço em se transformar em martensita para um tratamento de tempera específico está relacionada a um parâmetro conhecido como endurecibilidade. Para cada liga de aço diferente existe uma relação específica entre as propriedades mecânicas e a taxa de resfriamento. (CALLISTER, 2002)

Por esta condição, o conhecimento da profundidade de endurecimento dos aços, sobretudo naqueles que apresentam elementos de liga, é de importância considerável para a sua aplicação prática. (CHIAVERINI, 1998)

Unterweiser, Boyer e Kubbs (1982, p. 13, tradução dos autores) afirmam que *“a condição mais dura para qualquer aço dado é obtida por têmpera a uma estrutura inteiramente martensítica”*.

Controlar as propriedades de um material durante o seu processamento, seja na fabricação, conformação ou aplicação é fundamental para qualquer área da engenharia. (RUBLE, [2015])

Ruble (2015) ainda afirma, que, *“uma dureza específica para um metal é muitas vezes uma característica desejável para muitas aplicações, assim controlar a dureza é importante durante o processamento”*.

Nessa direção, Chiaverini (1998) afirma que se pode perfeitamente avaliar a importância dos tratamentos térmicos, sobretudo nos aços de alto carbono e nos que apresentam também elementos de liga. De fato, se geralmente muitos aços de baixo e médio carbono são usados nas condições típicas do trabalho a quente, isto é, nos estados forjado e laminado, quase todos os aços de alto carbono ou com elementos de liga, são obrigatoriamente submetidos a tratamentos térmicos antes de serem colocados em serviço.

Callister (2002) afirma também que, a influência da composição química da liga sobre a capacidade de um de aço em se transformar em martensita, está relacionada a um parâmetro que é conhecido por endurecibilidade. Um procedimento padrão amplamente utilizado para determinar a endurecibilidade consiste no ensaio Jominy da extremidade temperada.

Cruz (2005) ainda afirma que, *“dados de um ensaio Jominy podem ser usados para determinar se um aço pode ser suficientemente endurecido em diferentes meios para diferentes diâmetros”*.

O ensaio Jominy é amplamente utilizado para avaliar a temperabilidade do aço, ou seja, a capacidade que um aço tem de formar martensita, uma fase dura e frágil. Quanto maior for a fração volumétrica de martensita, maior dureza o aço apresentará. (CLARO et al., 2016)

O método do tratamento térmico de têmpera consiste em aquecer um aço a temperaturas acima de sua zona crítica, mantendo-o nessa temperatura para completa homogeneização com posterior resfriamento em meios severos, como água ou óleo de têmpera. (VALE, 2011)

METODOLOGIA

Uma análise preliminar foi desenvolvida para avaliar as condições e viabilidades da construção do dispositivo, para que não houvesse erros em relação a custos e material. Para a construção do dispositivo, foi necessário fazer uma pesquisa documental em teses, artigos e normas que trazem textos referentes ao ensaio Jominy, esta etapa foi muito importante devido ao estudo dos padrões exigidos pela norma que rege a construção de tal dispositivo.

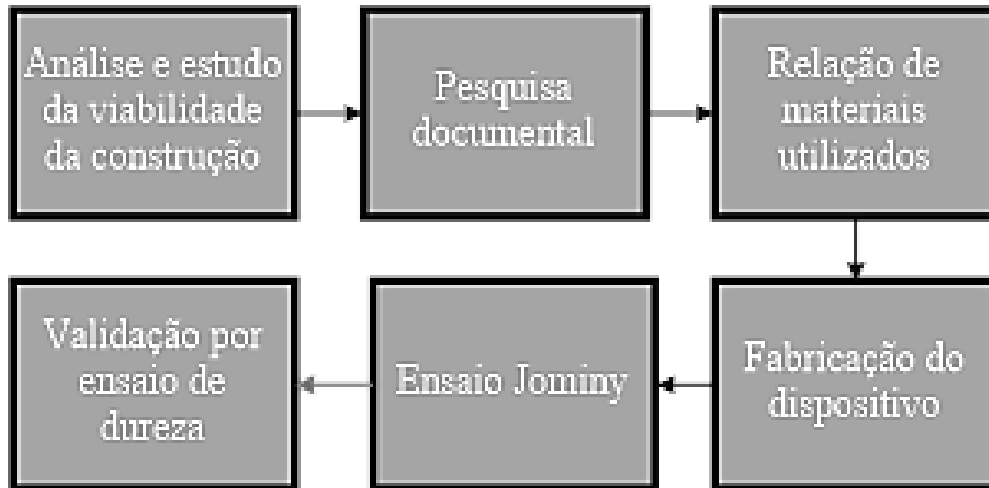
Seguindo o percurso metodológico, uma lista de materiais foi desenvolvida com base nos parâmetros apresentados na pesquisa documental, uma vez que as condições de desenvolvimento do dispositivo foram atendidas. Em seguida à elaboração da lista de materiais, e a aquisição dos mesmos, foi feita a construção do dispositivo Jominy, seguindo os requisitos da Norma ASTM A255.

Para que o dispositivo fosse validado, foram realizados ensaios de dureza em corpos de prova, afim de se obter a curva Jominy de temperabilidade, dessa maneira, pode-se comparar os resultados com os resultados trazidos pela literatura.

A título de representação, foi feita a análise metalográfica do corpo de prova depois do ensaio, afim de perceber-se a diferença de estrutura morfológica desenvolvida ao longo do CP.

A Figura 1 a seguir representa o fluxograma com as etapas da metodologia imposta para a fabricação do dispositivo Jominy para ensaio de temperabilidade em aços ao carbono.

Figura 1 – Diagrama das etapas de elaboração do dispositivo Jominy em Luzerna.



Fonte: os autores.

A seguir são descritos os materiais utilizados, o projeto e as dimensões da máquina, o suporte para o corpo de prova,

Materiais Utilizados

- Recipiente metálico;
- Sifão;
- Válvula borboleta;
- Joelho $\frac{3}{4}$ ";
- Cano $\frac{3}{4}$ ";
- Chapa de aço;
- Perfil quadrado.

Projeto e Dimensões da Máquina

A construção do dispositivo foi feita conforme a norma regulamentadora ASTM A255. Com base nela, foi retirada todas as dimensões necessárias para realizar a construção do dispositivo. A Figura 2 mostra o dispositivo pronto para uso.

Figura 2 – Dispositivo Jominy.



Fonte: os autores.

Suporte para o corpo de prova

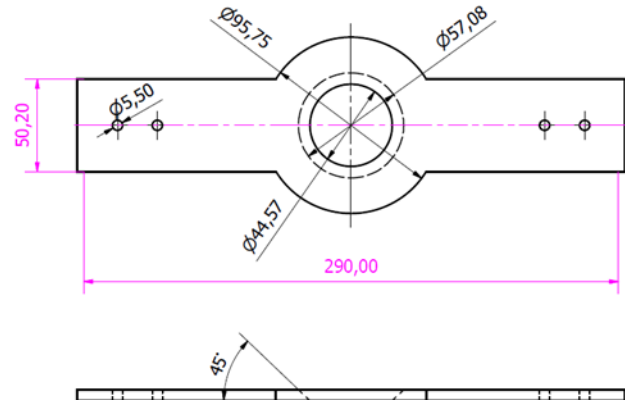
O suporte para o corpo de prova foi feito em chapa de aço de 6 mm de espessura. As Figuras 3 e 4 a seguir representam em detalhe o desenho em perspectiva do suporte para o CP.

Figura 3 – Suporte para o corpo de prova.



Fonte: os autores.

Figura 4 – Detalhamento suporte do CP (mm).



Fonte: os autores.

Neste suporte, foi soldada uma bucha de 26,2 mm de diâmetro e usinada com um ângulo de 45°, conforme a Norma ASTM A255, para que houvesse o menor contato possível da superfície do corpo de prova com o suporte, para minimizar a transferência de calor por outros meios a não ser pelo próprio jato de água.

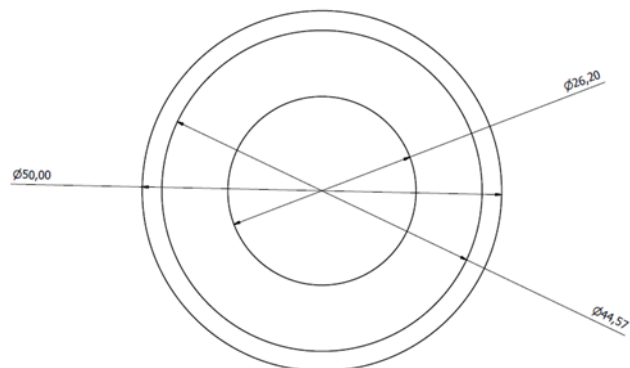
A Figura 5 a seguir mostra o desenho da bucha, e a Figura 6 mostra o detalhamento da mesma.

Figura 5 – Bucha do suporte.



Fonte: os autores.

Figura 6 – Detalhamento da bucha (mm).



Fonte: os autores.

O recipiente metálico não foi propriamente construído. Sua função principal é de não deixar que a água escoe para lugares adversos, mas sim para um destino correto, desta forma, tendo em mente justamente a necessidade de escoamento da água para um ponto específico, foi feito apenas o furo centralizado por onde passaria o cano da água de têmpera, além de um outro furo para o escoamento da água.

Este foi feito com um diâmetro de 30 mm, e nele foi acoplado um sifão através de um acoplamento usinado em nylon.

Jato de água de têmpera

Este foi feito com canos PVC de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro. O controle de vazão da água foi feito através de uma válvula borboleta. Para a mudança de direção do jato foi usado joelhos de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro. O diâmetro de saída da água deve ser de $\frac{1}{2}$ ", segundo a Norma ASTM A255. Como o cano era de diâmetro maior, foi usinado um redutor em nylon, para atender as especificações da norma. A título de experimento, o jato de água deve alcançar uma altura de 63,5 mm.

Base do dispositivo

A Norma ASTM A255 não faz referência a como a base deveria ser fabricada. Neste caso, a base foi feita com perfis quadrados, somente com o propósito de apoiar o recipiente metálico em uma altura razoavelmente ergonômica, pensando na sua utilização repetidas vezes pelo pessoal envolvido.

Corpo de prova

Conforme a Norma ASTM A255, o corpo de prova deve ter 25,4 mm de diâmetro e 101,6 mm de comprimento, com uma cabeça de 31,8 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura para apoiá-lo na posição vertical no momento do ensaio.

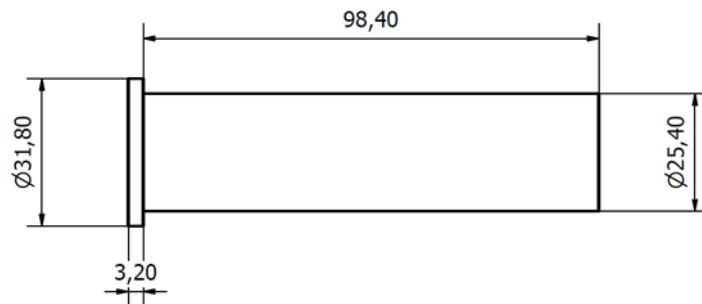
Nas Figuras 7 e 8 estão mostrados o desenho e o detalhamento do corpo de prova, respectivamente.

Figura 7 – Corpo de Prova segundo a Norma ASTM A255.



Fonte: os autores.

Figura 8 – Corpo de Prova segundo a Norma ASTM A255 (mm).



Fonte: os autores.

O material para ensaio foi recebido das empresas que fizeram parte da pesquisa. O corpo de prova foi usinado no aço SAE 1045, material que possui alta forjabilidade, usinabilidade e alta capacidade de obter uma estrutura martensítica em sua composição.

Validação do ensaio de temperabilidade Jominy

O ensaio de temperabilidade Jominy foi validado através dos ensaios feitos no dispositivo já montado e pré-testado.

Através destes ensaios, pode-se comparar as curvas de dureza obtidas no experimento com as curvas descritas nos resultados de bibliografias consultadas e, desta maneira, foi possível visualizar se houve semelhança. Por este método simples, a validação pode ser garantida.

Ensaio de Dureza

Os testes de dureza no corpo de prova são especificados pela Norma ASTM A255, a qual exige que a distância entre os pontos a serem feitos a dureza seja múltiplos de 1/16". Após a têmpera, o corpo de prova foi submetido aos ensaios de dureza Rockwell C em duas faces longitudinais opostas entre si 180 graus em relação ao raio da amostra.

A Figura 9 mostra o corpo de prova com as identações em um dos lados.

Figura 9 – Corpo de Prova Identado.



Fonte: os autores.

Análise Metalográfica

As análises metalográficas foram realizadas segundo a norma ASTM E3, para avaliar a mudança na microestrutura ao longo do comprimento do corpo de prova, devido as diferentes taxas de resfriamento, ou seja, conforme o distanciamento da face de incidência do jato de água. A seguir apresenta-se os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se nesta seção os ensaios realizados a partir da construção do dispositivo para ensaio Jominy construído segundo a Norma ASTM A255, mostrado na Figura 10 a seguir.

Figura 10 – Dispositivo Jominy do IFC Campus Luzerna.

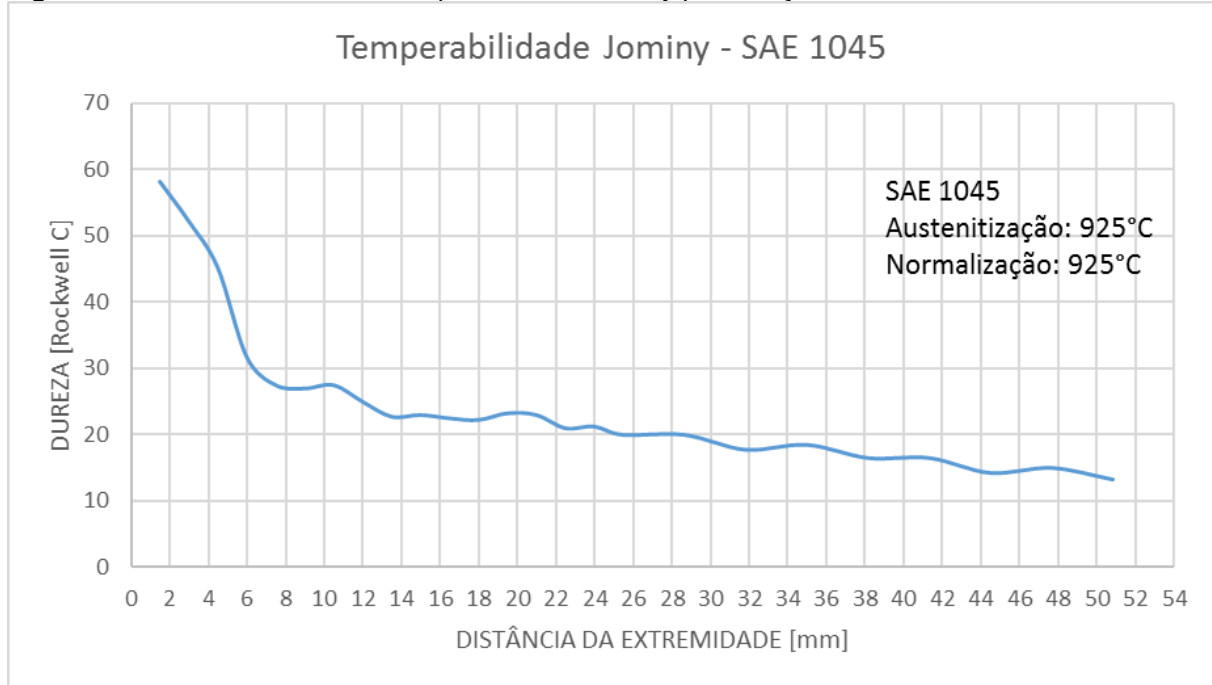


Fonte: os autores.

Como já citado, o método utilizado para a validação do dispositivo foi de realizar ensaios Jominy no corpo de prova, padronizado, e posteriormente avaliar a Dureza X Posição, comparando com a literatura.

A Figura 11, mostra o gráfico gerado a partir do ensaio de dureza no corpo de prova.

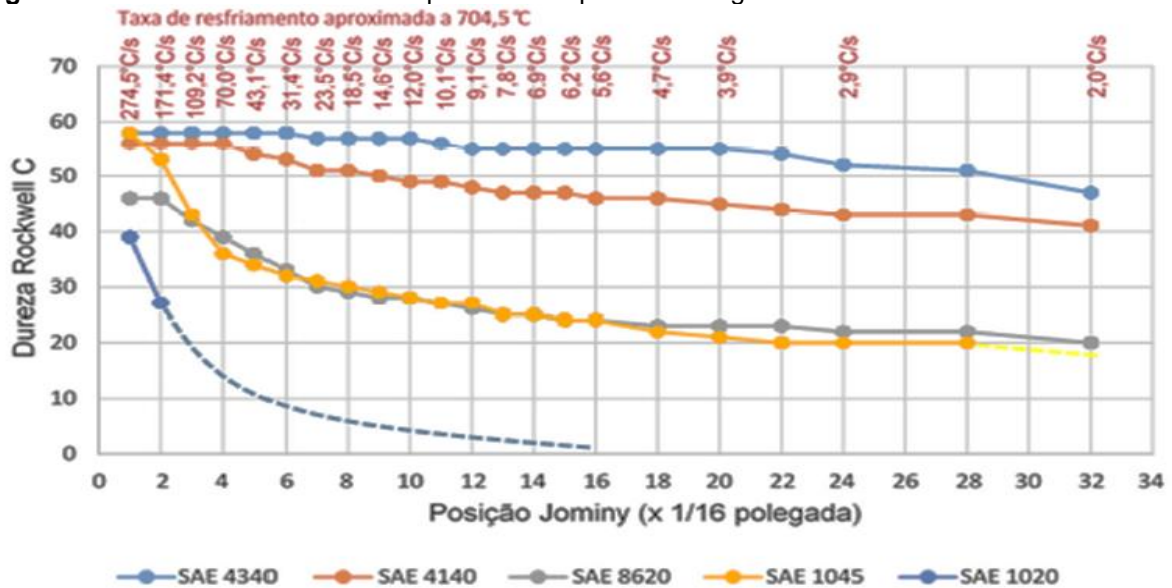
Figura 11 – Gráfico da curva de temperabilidade Jominy para o Aço SAE 1045 obtida em Luzerna.



Fonte: os autores.

Resultados trazidos por Scheidemantel (2014), apresentam uma curva semelhante à curva levantada experimentalmente com o aço SAE 1045, conforme mostra a Figura 12 (curva em amarelo no gráfico).

Figura 12 – Gráficos da curva de temperabilidade para várias ligas.



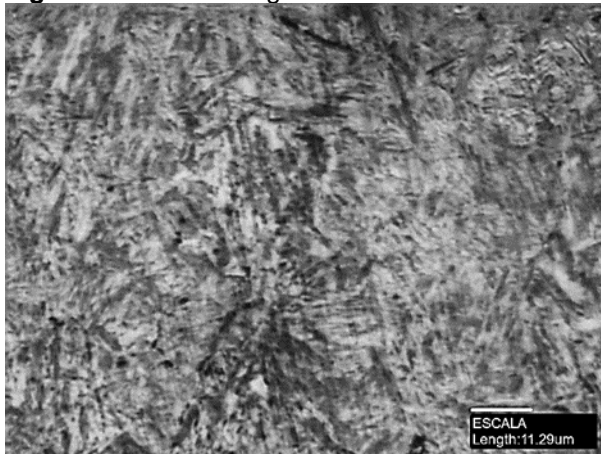
Fonte: Reproduzido de Scheidemantel (2014).

Foi realizada a análise metalográfica no corpo de prova, afim de avaliar a mudança microestrutural, conforme apresentado nas Figuras 13-a até 13-f.

A Figura 13-a, que representa a face do corpo de prova onde o jato de água incide diretamente, apresenta a microestrutura de morfologia martensítica. Essa morfologia é característica do aço SAE 1045 temperado, pois o rápido resfriamento não permite a nucleação do carbono, formando assim uma microestrutura em formato de agulhas.

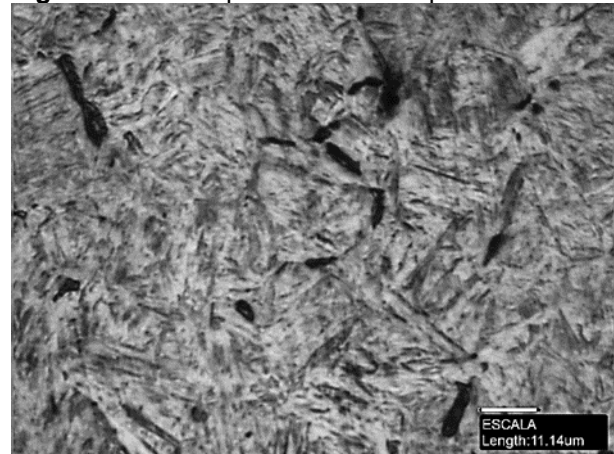
Percebe-se na Figura 13-b, a microestrutura a uma distância de 3 mm da face de incidência do jato de água, a qual apresenta pequenos grãos de perlita já que esta região tem menor taxa de resfriamento, permitindo a formação desses grãos.

Figura 13-a – Morfologia Martensítica.



Fonte: os autores.

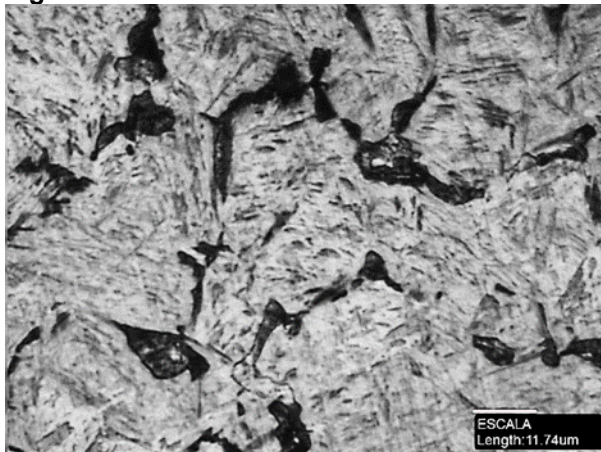
Figura 13-b – Pequenos Grãos de perlita.



Fonte: os autores.

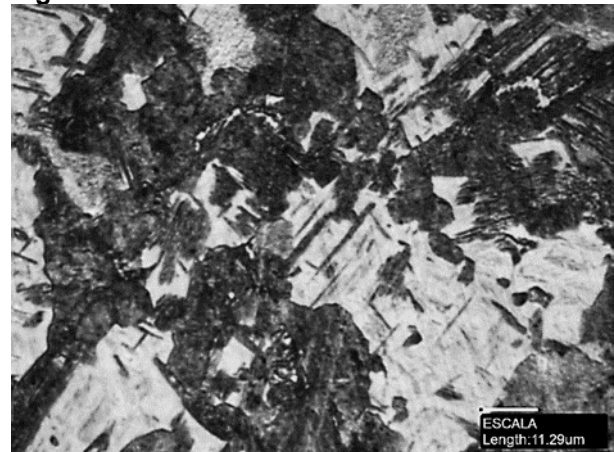
Progressivamente, ao passo que a distância da face temperada aumenta, a velocidade de resfriamento se torna cada vez menor, permitindo ainda mais a formação de grãos de perlita, o que é mostrado na Figura 13-c, e 13-d, com distâncias de 4 mm e 5 mm, respectivamente.

Figura 13-c – Crescimento dos Grãos de Perlita



Fonte: os autores.

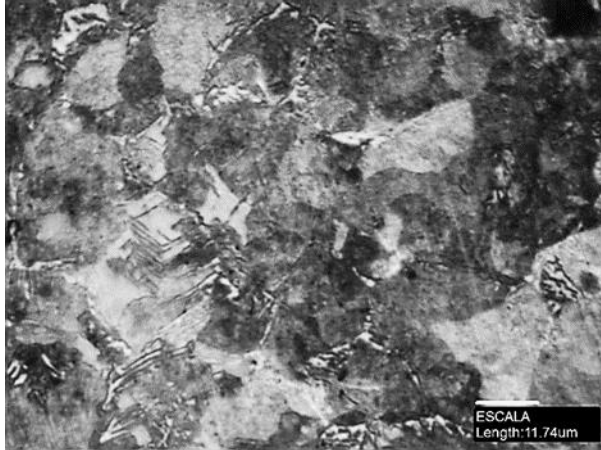
Figura 13-d – Grãos de Perlita maiores



Fonte: os autores.

A uma distância de 7 mm da face temperada, percebe-se pela Figura 13-e (próxima página) que a morfologia já é quase inteiramente perlítica.

Figura 13-e – Morfologia Perlítica.



Fonte: os autores.

Figura 13-f – Grãos de Ferrita.



Fonte: os autores.

Por fim, a uma distância de 20 mm da face de incidência do jato de água, a microestrutura já é inteiramente de perlita + ferrita, porém é visível também que há uma formação de grãos de ferrita, como mostra a Figura 13.f.

Análise dos Resultados

Após a confecção do dispositivo e a realização dos ensaios Jominy, pode-se verificar que:

1. O dispositivo para ensaio Jominy elaborado no Laboratório de Ensaios Mecânicos e Metalúrgicos funcionou perfeitamente;
2. O aço SAE 1045 apresenta baixa faixa de temperabilidade como previsto;
3. A microestrutura muda de acordo com o aumento da distância da extremidade do corpo de prova como esperado;
4. A construção do dispositivo seguiu minuciosamente a norma ASTM A255.
5. Comparando o perfil de dureza do aço SAE 1045, com perfis de dureza do mesmo aço, de literaturas, pode-se afirmar que o ensaio para este aço foi realizado corretamente.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal descrever o processo de elaboração de um dispositivo voltado à realização de Ensaios Metalúrgicos no Laboratório de Ensaios Mecânicos e Metalúrgicos, LABEMM, do IFC Campus Luzerna através da parceria do mesmo com empresas integrantes do Arranjo Produtivo Local de Joaçaba.

Foram revistos conceitos gerais de algumas áreas do conhecimento, especialmente a Extensão Tecnológica e a Temperabilidade dos Aços, tendo sido apresentada uma discussão pertinente e atual de alguns dos principais autores atuais sobre essas temáticas.

O trabalho mostrou o que pode ser considerado um exemplo claro dos resultados da Extensão Tecnológica quando uma instituição universitária atua em conjunto com empresas visando a um objetivo comum, o desenvolvimento tecnológico.

A equipe responsável foi capaz de projetar, construir e validar, com base em estudos sobre a utilização do método Jominy na avaliação da temperabilidade de aços por Cruz (2005) e Scheidemantel (2014), um dispositivo para ensaios de

temperabilidade Jominy, seguindo normas que regulamentam a sua construção, o que permitirá a realização de pesquisas aplicadas em aços para todas as empresas metalomecânicas da região de Joaçaba, além da utilização do dispositivo em aulas práticas do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica no IFC Campus Luzerna.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, tanto em termos de construção do dispositivo, quanto na validação pelos ensaios de dureza realizados em um corpo de prova de aço SAE 1045.

Considera-se assim que o objetivo foi cumprido, tendo sido construído um dispositivo perfeitamente operante e funcional que servirá de forma útil ao desenvolvimento da região.

Espera-se que este trabalho contribua, ainda que modestamente, com o estudo da interação entre os Institutos Federais e indústrias de processamento visando ao desenvolvimento de base tecnológica, além da contribuição técnica na área da temperabilidade dos aços.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às empresas parceiras e ao Laboratório de Ensaios Mecânicos e Metalúrgicos, LABEMM, do IFC Campus Luzerna, pelo apoio material e logístico dado ao projeto, na forma de partes metálicas, materiais de consumo, e espaço físico para montagem do equipamento.

REFERÊNCIAS

AMMOC. **Região da Ammoc e Sebrae reafirmam parceria em grandes projetos.**

24 maio 2010. Disponível em:

<<http://ammoc.org.br/conteudo/?item=486&fa=1&cd=20940>> Acesso em: 22 fev 2017.

BENCKE, Fernando Fantoni; DORION, Eric Charles; OLEA, Pelayo Munhoz; PRODANOV, Cleber Cristiano; LAZZAROTTI, Fábio; ROLDAN, Lucas Bonacima. A Tríplice Hélice e a Construção de Ambientes de Inovação O Caso da Incubadora Tecnológica de Luzerna/SC. In: **Desenvolvimento em Questão**, ano 16, n. 43, abr.-jun. 2018, pp.: 609-639. <<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2018.43.609-639>>.

CALLISTER, William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução.** 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2002.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e Ferros fundidos.** 5. ed. São Paulo: Abm, 1998.

CLARO, Ana Carolina Rosifini Alves; et al. **Ensaio Jominy.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgQegAL/ensaio-jominy>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

CORRÊA, Henrique Luiz. **Gestão de Redes de Suprimentos: Integrando Cadeias de Suprimentos.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CRUZ, Luiz Carlos da. **Avaliação da Capacidade do Processo de Fabricação em Atender Especificação de Temperabilidade Para o Aço SAE 1548M.** 2005. 93 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total: gestão e sistemas**. v.1, São Paulo: Makron Books, 1994.

FLORIDO, Caroline Maria. **A História da Extensão Universitária na Faculdade de Educação da Unicamp: resistência institucional ou recorte social?** 2010. Disponível: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/seminario/seminario8/_files/l4ZaQQff.doc Acesso em 31/03/2017.

FORPROEX, Fórum dos Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Plano Nacional de Extensão Universitária**. Disponível em: <http://www.renex.org.br/documentos/Colecao-Extensao-Universitaria/01-Plano-Nacional-Extensao/Plano-nacional-de-extensao-universitaria-editado.pdf> Acesso em 03/08/2015 Acesso em 13/03/2017.

FREIRE-BRASIL, Deusimar. Extensão Universitária: **Uma Abordagem a Partir da Indissociabilidade entre Ensino-Pesquisa-Extensão**. UFRN. 2011. Disponível em: <http://www.sistemas.ufrn.br/shared/verArquivo?idArquivo=711169&key=f99d0f62a290930ff53c8acd0f96dc90> Acesso em 02/03/2017.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/index.php> acesso em 08/03/2017 às 12h58m.

IPEA. **Brasil em Desenvolvimento**: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2010. 300 p. 3 v. : gráfs., mapas, tabs.

JEZINE, Edineide. **As Práticas Curriculares e a Extensão Universitária**. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Belo Horizonte – 12 a 15 de setembro de 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/congrent/Gestao/Gestao12.pdf>>. Acesso em 10/03/2017.

LINHARES, João Eduardo; SANTOS, Gilson Ditzel; MARINI, Marcos Junior; MENDES, Dreone. Governança e gestão inteligentes em municípios de pequeno porte: o caso de Luzerna (SC – Brasil). In: **DRd - Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 10, n. ed.esp., pp: 246-266, 2020. <<https://doi.org/10.24302/drd.v10ied.esp..3124>>.

RODRIGUES, Nilton Vanderlei. **A Logística como um Diferencial na Qualidade de Vendas: Estudo de Caso em Revenda de Automóveis e Peças**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. PPGE – UFSM. Santa Maria, RS, Brasil, 2003. 237 p.

RUBLE, Andrew. **Hardenability of Steel: the Jominy Test**. Seattle: University of Washington. 2015. Disponível em: <http://www.materialseducation.org/educators/matedu-modules/docs/Hardenability_of_Steel.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.

SCHEIDEMANTEL, Renato Henrique. **Utilização de Métodos Teóricos Para a Avaliação da Temperabilidade Jominy de Aços com Diferentes Composições**

Químicas. 2014. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Metalúrgica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SIMCHI-LEVI, David; KAMINSKY, Philip; SIMCHI-LEVI, Edith. **Cadeia de suprimentos: projetos e gestão – conceitos, estratégias e estudos de caso**. Porto Alegre: Bookman, 2003. 328 p.

TAVARES, Maria das Graças Medeiros. **Extensão Universitária: novo paradigma de universidade?** Maceió: UFAL, 1997. 235 p.

UNTERWEISER, Paul M.; BOYER, Howard E.; KUBBS, James J. **Heat Treater's Guide: Standard Practices and Procedures for Steel**. Russell Township: American Society for Metals, 1982. 493 p.

VALE, Alan Rafael Menezes do. **Tratamento térmico**. Belém: UFSM, 2011. 130p.

ZAAK SARAIVA, Illyushin; MOREJON, Camilo Freddy Mendoza. Concentração Industrial, Inovação Tecnológica e Economia do Conhecimento: Caracterizando o Arranjo Produtivo Eletrometalomecânico de Luzerna-SC. In: **Observatório de la Economía Latinoamericana**, 2020.
<<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35407.30888/2>>.

SOBRE OS AUTORES

Hantony Matheus Zimmermann – Bacharel em Engenharia Mecânica, Instituto Federal Catarinense, Luzerna, hantony.matheus@gmail.com.

Cristiano José Turra – Estudante do Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, cristianojturra@gmail.com.

Mário Wolfart Jr. – Orientador. Professor (*Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, UFRGS, 2002*), Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica, Instituto Federal Catarinense, Luzerna, mario.wolfart@ifc.edu.br