

PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UM KIT DIDÁTICO PARA AULAS PRÁTICAS DE FUNDIÇÃO

SANTANA, F. D. (TC)²; PAREDES, N. C. (TC)²; NERY, R. B. (TC)²; SILVA, R. P. (TC)²; BULÇÃO, S. A. A. (TC)²; RAMOS, M. V. P. (Eng.ºM)¹.

¹ INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA (IFBA) – R. Eng. Jaime Zaverucha, 4 - Federação, Salvador - BA.

² INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA (IFBA) -Campus Santo Amaro.

Trabalho de Conclusão de Curso em Eletromecânica E-mail: projeto-integrador2016@hotmail.com

(Eng.º M) Professor Orientador Engenheiro Mecânico
(TC) Técnico em Eletromecânica

RESUMO

Este projeto se baseia em uma estrutura metodológica, no qual foi estabelecido um cronograma com o objetivo de desenvolvimento de um kit didático para as aulas práticas de fundição. Desta forma, o presente trabalho mostra também a importância da realização da reciclagem de latas de alumínio a partir da fundição das mesmas, construindo um ciclo de retorno destes produtos. O objetivo geral desse projeto se caracteriza pela construção de um kit didático para as aulas práticas de fundição no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Santo Amaro e o conhecimento sobre a importância econômica e ecológica gerada por esta prática. Os objetivos específicos são a reciclagem de latas de alumínio para produção de peças a partir da fundição das mesmas, assim como a produção do kit didático utilizando materiais de baixo custo, a confecção de moldes para produção de peças variadas, e análise dos benefícios em termos

ambientais e econômicos da reutilização das latas de alumínio para fundição. A metodologia do trabalho abrangeu o levantamento de dados teóricos do processo de fundição, suas características e a composição das etapas para a construção dos elementos que compôs o kit didático. Como resultado verificou-se que é possível construir um kit para fundição de baixo custo e utiliza-lo na confecção de peças variadas, além de constatar que a reutilização de latinhas é uma estratégia inteligente em termos econômicos e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Alumínio; Fundição; Reciclagem.

INTRODUÇÃO

A ideia de processo e fabricação surgiu a milhares de anos, com o tempo os processos de fabricação foram evoluindo e se transformando em atividades de extrema importância para a indústria. Dentre os processos de fabricação inclui-se a fundição que é caracterizada como um conjunto de atividades que possui como finalidade dar forma para as matérias, criando, desta maneira, peças de vários tamanhos e formas. A fundição é um processo extremamente importante, já que consegue produzir peças unitárias como é o caso da produção de joias e peças artísticas ou seriadas que serão utilizadas nas mais diversas áreas da indústria mecânica. (SOARES, 2000).

O processo de fundição se inicia com a fusão que dará forma ao material. Na fundição, existe o aquecimento da matéria-prima até que ela atinja o seu ponto de liquefação. Após ser derretida, será escoada e colocada numa cavidade denominada molde. Por fim, ocorre o resfriamento dessa matéria que, em seguida, é solidificada, tomando a forma do molde. Na confecção dos moldes, é comum utilizar-se areia verde ou terras especiais, já que estes materiais são refratários e de grande quantidade na natureza, além disso, a moldagem em areia verde possui baixo custo dentre todos os métodos de confecção de molde. (OLIVEIRA, 2013).

Neste trabalho, abordaremos a fundição de materiais de alumínio, como latinhas de cerveja, associados ao uso da areia verde para a confecção de moldes. Além da utilização das latinhas de alumínio como matéria-prima para a fundição é importante do ponto de vista ambiental, sua reciclagem diminui a extração da bauxita do meio ambiente, principal fonte natural de alumínio, extração esta que é realizada por eletrólise ígnea, processo no qual ocorre uma reação química de eletrólise e separa um componente químico de um composto, gastando grandes quantidades de energia elétrica. (FACHIN, 2004).

Sendo assim, a utilização das latinhas de alumínio como material reciclável para fins de fundição vai de encontro ao ideal de sustentabilidade, já que é uma maneira de suprir necessidades presentes sem interferir nas gerações futuras; tornando-se uma alternativa importante para o ideal de proteção do meio ambiente, já que está associado a soluções, planos e caminhos que visam a resgatar práticas sustentáveis, que possam garantir a manutenção dos recursos naturais necessários para uma melhor qualidade de vida.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

- Desenvolver um kit didático para as aulas práticas de fundição no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia- *campus* Santo Amaro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reduzir o custo do kit didático utilizando materiais de baixo custo;
- Reciclar latas de alumínio como metal utilizado para fundição;
- Confeccionar moldes para produção de peças variadas;
- Produzir peças a partir da fundição de latas de alumínio;
- Verificar a viabilidade, em termos ambientais, da reutilização das latas de alumínio para fundição.
- Verificar a viabilidade, em termos econômicos, da reutilização das latinhas de alumínio.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Braghetto et al (2000), dentre tais processos de fabricação mecânica, a fundição, apesar de ser o processo mais antigo, tem bastante destaque por causa da sua versatilidade, que permite a construção de peças de diferentes tamanhos e formas. São vários os tipos de fundição, variando, por exemplo, no tipo de vazamento que pode ser por pressão ou por gravidade e no tipo de moldagem que pode ser em moldes de areia ou em moldes metálicos. O tipo de vazamento mais utilizado é o por gravidade, o qual consiste em preencher a cavidade de um molde por ação da gravidade, e o tipo de moldagem mais utilizado é o em areia.

O molde de areia verde é o nome dado às areias úmidas constituída da aglomeração da argila que mesmo depois da confecção do molde, não sofrem nenhum tipo de processo de secagem antes do vazamento de metal. Sendo assim esse tipo de areia é constituída por material refratário (areia), material aglomerante (argila), água e aditivos. (VOLTOLINI, 2010). Sendo assim é o mais simples e mais utilizado na indústria, onde basicamente tem que colocar e compactar a areia de fundição em uma caixa onde está o modelo da peça a ser fabricada. Primeiramente, coloca-se talco ou grafite no modelo, a fim de não ocorrer à junção com a areia, e em seguida vai acrescentando e compactando até chegar à medida da caixa. Após isso, a caixa é virada e o modelo retirado, a fim de que possa ser produzida a outra metade da peça, conhecida como caixa tampa onde nesta vai ser inserida o massalote e o canal de alimentação. É importante salientar que quando o modelo é removido, a cavidade do molde retém o formato das superfícies do modelo, (BRAGHETTO et al, 2009).

O processo de fundição que envolve a areia verde no processo de fundição tem que levar em consideração a sua reutilização, visto que se trata de um molde não permanente podendo conseqüentemente ser utilizado inúmeras vezes; não obstante, não pode empregá-la novamente sem o devido tratamento, pois a areia pós-fundição está quente e com impurezas como torrões (pedaços de qualquer substância endurecida) e partículas metálicas. Esse tratamento é dividido em 4 etapas e necessita de equipamentos auxiliares, como peneiras (para

retirar as partes de torrões e outros materiais maiores presentes na areia), separadores magnéticos (para remover possíveis partículas metálicas da areia) e equipamentos de armazenamento e transporte. (SOARES, 2000).

Reciclagem de alumínio a partir da refusão de latas de bebidas descartadas é uma atividade que vem apresentando um significativo crescimento em função do avanço no emprego desde material em embalagens e da redução no consumo de energia relacionado com esta reciclagem em comparação com a produção convencional de alumínio primário. A economia de energia associada com a reciclagem de 1 kg de alumínio representa uma redução no consumo de energia elétrica da ordem de 95% com relação à produção da mesma quantidade de alumínio primário segundo dados da ABAL (2007).

A atividade normalmente alcança viabilidade econômica, sendo praticada durante todo o ano, sendo que o consumo apresenta crescimento no verão. A maioria dessas empresas localiza-se em perímetro urbano, onde a oferta e disponibilidade de material são abundantes, bem como a procura pelos produtos confeccionados. De forma direta, o alumínio reciclado contribui para o controle dos preços e escassez de matéria-prima, além de encorajar o processo de reciclagem (REINFELD, 1994).

DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

METODOLOGIA

Para a construção do kit foi analisada prioritariamente, através de pesquisas minuciosas, a sua viabilidade quanto aos materiais e sua praticidade. Com a necessidade de envolver a área de mecânica industrial, bem como aplicações de processos industriais da metalúrgica, ficou decidido de construir um kit didático para as aulas práticas de fundição. Para a melhor realização do projeto e a fim de manter um cronograma para cumprir com os prazos determinados, este foi dividido em quatro etapas.

A primeira foi a consulta ao orientador, o qual assistiu o grupo na procura de fontes de livros, sites e vídeos para que se obtivesse um referencial teórico suficiente. Na segunda etapa foi construído um cronograma, no qual foi definido o calendário de reuniões e metas que cada integrante deveria cumprir. Tal cronograma foi essencial, pois além de garantir um equilíbrio de tarefas entres os mesmos, também estabeleceu prazos para que a equipe cumprisse as metas. A terceira foi planejar como construir o kit, em que a partir das fontes pesquisadas foram feitos desenhos esquemáticos para a melhor montagem do mesmo. E a quarta e última etapa foi a construção propriamente dita do projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a composição dos resultados e discussões foi necessário realizar testes, que somados compõem a estrutura desta seção.

Teste de verificação de vazamento de gás GLP

Antes de utilizar o gás GLP como combustível para o forno de fundição foi preciso verificar se havia escapamento de gás, para garantir a segurança aos operadores. Primeiramente, foi analisado se o adaptador P13 com formato borboleta estava devidamente ajustado ao botijão. Após tal verificação, a fim de garantir que não havia vazamento de gás, foi realizado um teste utilizando uma esponja umedecida com uma mistura de sabão e água sobre a conexão da válvula de registro do botijão, onde se pode observar a não formação de bolhas de ar na espuma, o que indica que não há vazamentos de gás. Ainda neste mesmo teste, foi verificada a possível existência de ruídos de escapamento de gás, ou ainda odor característico (enxofre) do gás no ambiente, sem ocorrências.

Verificação da eficiência da chama do maçarico

A fim de obter a chama ideal para o processo de fusão do alumínio foram realizados testes com a chama do maçarico a gás GLP. A primeira chama a ser testada foi a chama de

coloração amarela da qual extraímos algumas conclusões:

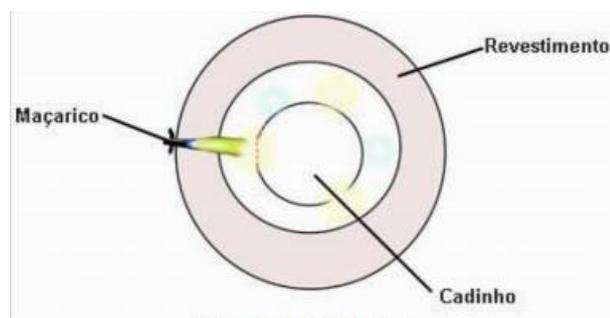
- A chama não possuía calor suficiente para fusão do alumínio
- O consumo de combustível foi superior ao necessário.

Após a verificação de que a chama de coloração amarela não era viável, regulou-se as válvulas reguladoras de fluxo, alterando assim a coloração da mesma. Com a nova coloração, a qual possuía uma cor azul notou-se que a chama se encontrava mais intensa (ou com mais energia). Em vista disso, constatou-se que se tratava da chama ideal, pois além de ser mais quente, sendo mais eficiente no derretimento das latas de alumínio, a coloração da mesma indica maior presença do oxigênio no processo de combustão não queimando mais combustível que o necessário.

Posicionamento da chama

Para a uniformidade da chama no interior do forno é essencial que a tocha do maçarico a gás esteja corretamente posicionada. Esse posicionamento refere-se a inclinação quanto ao ângulo e a distância da mesma em relação ao centro do forno, pois, se colocada direcionada (em linha reta, conforme a Figura 1) em relação ao centro do forno pode ocasionar má circulação da chama implicando em danos ao processo.

Figura 1- Modo incorreto de posicionar o maçarico



Fonte: PAREDES, Nathaly.

Um dos danos que podem ocorrer é o atraso da fusão do metal, se comparado ao processo realizado com a chama uniforme, pois com a chama circulando de modo uniforme a temperatura estará igualmente distribuída no interior do forno. Outro grande problema que pode acontecer, e que inclusive, ocorreu em um dos testes realizados neste projeto, é a abertura de um orifício no cadinho durante o processo de fusão do alumínio, vazando todo material e conseqüentemente provocando sua perda, demonstrado na Figura 2. Isso ocorre devido ao posicionamento incorreto da tocha do maçarico a qual ficou em contato direto com o cadinho.

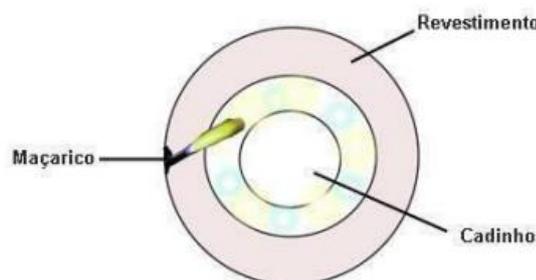
Figura 2- Abertura de um orifício no cadinho ocasionado o vazamento do metal.



Fonte: SANTANA, Franciely.

Visando reparar o erro cometido, a tocha foi inclinada em aproximadamente 20° , para que assim a chama não permanecesse em um único ponto e sim circulasse de modo igualitário, conforme Figura 3.

Figura 3- Modo correto de posicionar o maçarico



Fonte: PAREDES, Nathaly.

Fundição de latas de alumínio: teste de capacidade volumétrica do cadinho

Com a finalidade de verificar quantos quilos de alumínio poderia ser produzido em um processo único de fundição, utilizando o cadinho construído pela equipe, foi iniciado o teste relatado como se segue: após a instalação do forno de fundição e posicionamento do cadinho dentro do mesmo, foi esperado um tempo de 4 minutos para que o cadinho chegasse a uma temperatura próxima do ponto de fusão do alumínio.

Em seguida, com o forno e cadinho já aquecidos foram sendo colocadas as latas prensadas, inicialmente, com o intervalo de tempo de aproximadamente 3 minutos e após o alcance da temperatura de fusão do alumínio foram colocadas as latas com o intervalo de tempo de 1 minuto.

Ao finalizar o teste, constatou-se que a capacidade de latas que o cadinho comportava era de 82 latas. Essa quantidade equivale a 1,22 kg após ter retirado toda a escória. O cálculo realizado tomou como base dados da Associação Brasileira de Alumínio (ABAL), os quais apontam que 1 kg de alumínio equivale a 67 latinhas de 350 ml. Com base nesses dados, foi realizado o seguinte cálculo.

$$67\text{latas} - - - 1\text{kg}$$

$$82\text{latas} - - - x$$

$$67 \cdot x = 82 \cdot 1$$

$$x = 82/67$$

$$x = 1,22 \text{ kg}$$

Utilização do kit didático para a fabricação de peças



Fonte: BULCÃO, Samantha.

Seguindo as etapas, foram realizadas cópias de peças, as quais foram utilizadas como moldes. A primeira peça copiada foi uma chave de boca de número 15.

Variação de temperatura em pontos distintos do forno

Com a finalidade de determinar a variação de temperatura com relação ao tempo, foram realizadas medições em pontos distintos do forno utilizando um sensor de temperatura a laser com faixa de medição de -23 °C e a 550 °C .

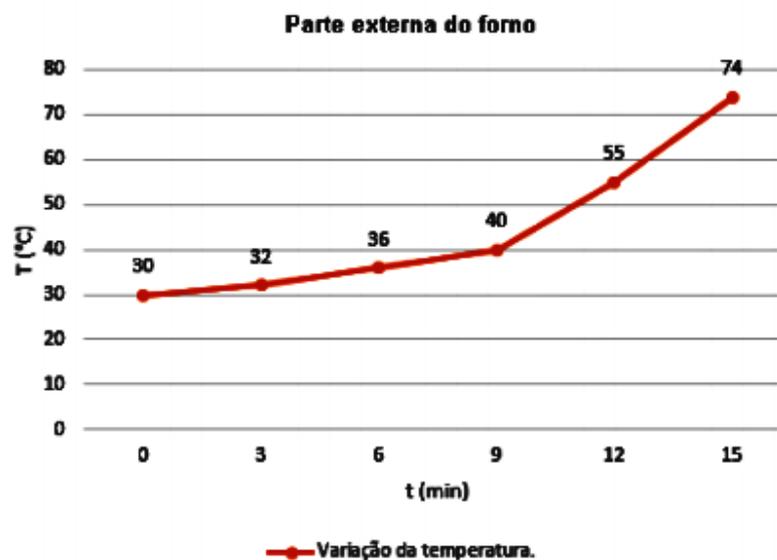
Os Gráficos que seguem foram construídos de acordo com os dados tabelados.

Tabela 1- Dados obtidos da parede interna do forno

Parede interna do forno	
Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	30
3	300
6	475
9	547
12	Xxx
15	Xxx

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 1- Variação de temperatura na parede interna do forno



Fonte: elaborado pelos autores

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com os dados obtidos na tabela 1 e avaliando os resultados contidos no gráfico 1, nota-se que houve um aumento na temperatura nas paredes internas do forno,

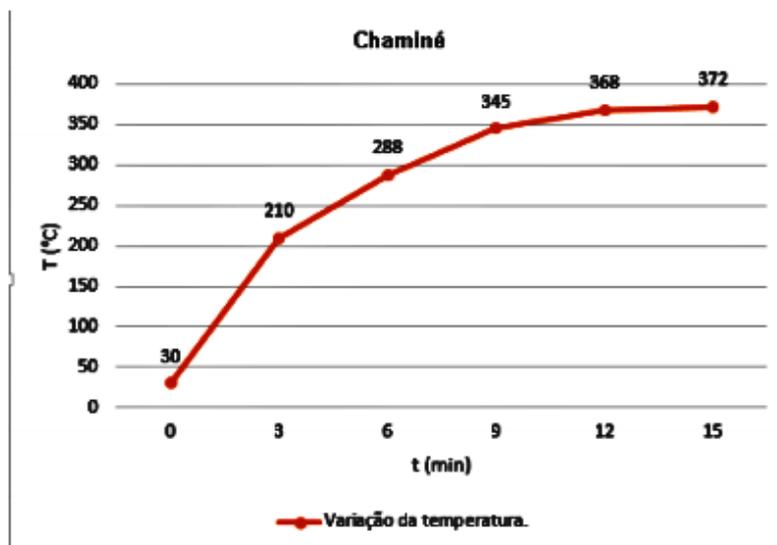
conforme esperado. No entanto, não foi possível mensurar o aumento de temperatura nas paredes internas do mesmo após decorridos 9 minutos devido a limitação do instrumento utilizado que só mede até 550 °C.

Tabela 2- Dados obtidos da chaminé do forno

Chaminé	
Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	30
3	210
6	288
9	345
12	368
15	372

Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 2- Variação de temperatura na Chaminé



Fonte: Elaborado pelo autores

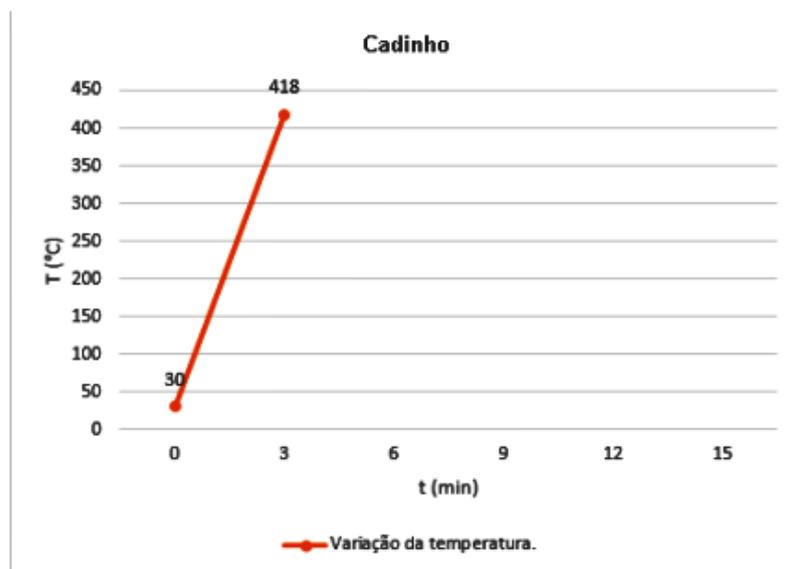
A verificação da variação da temperatura na chaminé foi importante, principalmente, para dimensionar a tinta utilizada para pintura do forno, isso porque, a temperatura máxima da parte externa do forno que deve ser considerada é a temperatura máxima que alcança a chaminé, a mesma não possui revestimento refratário e conforme o gráfico anterior alcançou 372 °C em 15 minutos.

Tabela 3- Dados obtidos do cadinho dentro do forno

Cadinho	
Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	30
3	418
6	Xxx
9	Xxx
12	Xxx
15	Xxx

Fonte: elaborado pelos autores

Gráfico 3- Variação de temperatura no cadinho



Fonte: elaborado pelos autores

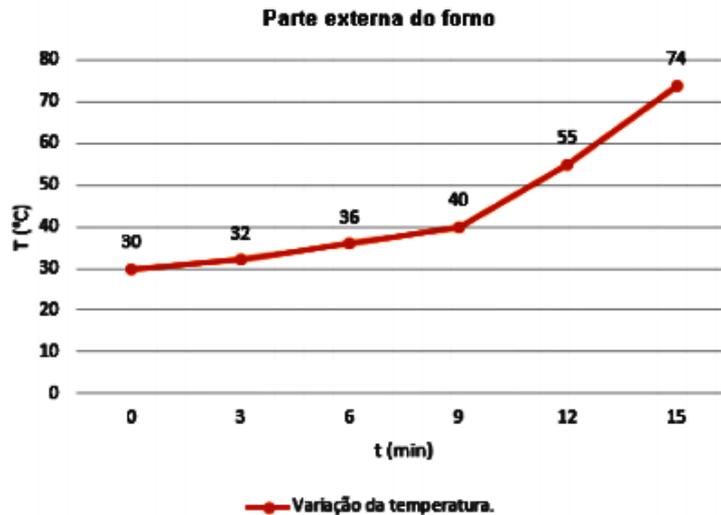
Durante a análise da variação de temperatura do cadinho, notou-se que a temperatura máxima alcançada no período de 3 minutos foi de 418 °C. Após esse tempo não foi possível realizar as demais medições, devido a limitação do instrumento disponível utilizado, o qual possui faixa de medição de -23 °C a 550 °C. Entretanto, observando a reta obtida no gráfico pressupõe-se que esta temperatura tenderia a aumentar, a menos que a vazão do gás fosse reduzida. Ainda, seguindo esta linha de observação, infere-se que antes dos 6 minutos, dentro do cadinho já teria alcançado a temperatura de fusão do alumínio (660,3 °C), tendo em vista que logo em seguida o alumínio foi derretido.

Tabela 4- Dados obtidos da parte externa do forno

Parte externa do forno	
Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	30
3	32
6	36
9	40
12	55
15	74

Fonte: elaborado pelos autores

Gráfico 4- Variação de temperatura na parte externa do forno



Fonte: elaborado pelos autores

A partir da análise dos dados representados no gráfico anterior, nota-se que a maior temperatura medida na parte externa do forno foi de 74 °C. Desta maneira, o refratário utilizado foi suficiente para evitar que uma maior quantidade de calor se propagasse de dentro para fora do forno, uma vez que sua temperatura interna atingiu 547 °C em 9 minutos. Entretanto, a quantidade de calor propagada ainda se configura uma temperatura de risco para o operador, sendo essencial o cuidado e a utilização dos devidos EPI's.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi construído com base em pesquisas sobre os processos de fundição, essencialmente, a fundição em molde de areia verde, além dos conhecimentos adquiridos durante o curso de eletromecânica. Os objetivos do presente projeto foram alcançados de maneira satisfatória, uma vez que os testes com o kit didático realizado comprovaram a possibilidade da reutilização das latinhas de alumínio através da fundição, que a longo prazo contribuiria significativamente na questão ambiental, assim como a fabricação de peças através do alumínio reciclado. O presente projeto é uma alternativa para fins didáticos quanto às aulas práticas de fundição, além de ser um meio para a reciclagem de latas de alumínio. Além dos

benefícios ambientais, a reciclagem de latinhas apresenta uma viabilidade econômica considerável.

AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer, em primeiro lugar, a Deus cujo nome é Jeová, pela força e coragem fornecida nesta longa caminhada. A todos os professores, que foram importantes na nossa jornada acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso. Aos nossos pais e familiares, pelo incentivo, amor e apoio. Por fim, agradecemos a todos que fizeram parte dessa jornada, a nossa sincera gratidão.

REFERÊNCIAS

ABAL-ASSOCIACAO BRASILEIRA DO ALUMINIO. **O Alumínio: Processo de produção.** Disponível em:<www.abal.org.br/alumínio/processos_reciclagem.asp>. Acesso em 08 de Janeiro de 2016.

BRAGHETTO, Antônio. et al. **Processos de fabricação.** v.1. São Paulo: Globo, 2000. BRASIL.ABNT – NR6:Equipamentos de Proteção Individual.

SOARES, Gloria. **Fundição: Mercado, Processos e Metodologia.** 2000. Disponível em: <<http://www.metalmat.ufrj.br/wp-content/uploads/2012/05/Fundi%C3%A7%C3%A3o-mercado-processos-emetalurgia.pdf>>. Acesso em: 13 de Janeiro de 2016.

VOLTOLINI, Danielle. **Fundição Por Areia Verde.** Curitiba. UFPR,2010.30p.