

REUTILIZAÇÃO DA BORRA DE SOLDA UTILIZANDO RESÍDUOS ORGÂNICOS*

Natasha Caroline Dias¹; Cecília Lenzi²

*Este Texto é referente ao Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro Universitário Luterano de Manaus – CEULM-ULBRA, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química, orientado pela professora Cecília Lenzi.

¹Acadêmica do Curso de Graduação em Engenharia Química, do CEULM/ULBRA, Manaus-AM, email: natasha_bragatto@icloud.com

²Docente do Curso de Graduação em Engenharia Química, do CEULM/ULBRA, Manaus-AM, ceci.lenzi.83@gmail.com;

RESUMO

A utilização de solda é de extrema importância na indústria eletrônica, existindo diversos mecanismos de realizá-la, dentre eles a utilização de soldas líquidas, a qual é muito disseminada pela sua confiabilidade de boa relação de custo-benefício. Entretanto a constante exposição do metal em temperaturas elevadas ao ar atmosférico provoca oxidação na superfície gerando a chamada borra de solda, composta de óxidos. É possível promover a recuperação parcial desta borra utilizando-se matéria orgânica para adsorver os óxidos. Desta forma o pó de serragem se apresenta como uma alternativa de ampla disponibilidade e baixo custo e este trabalho buscou investigar sua efetividade na recuperação da borra. Foram feitas análises de variadas quantidades de serragem e borra de solda, mas como a composição desta última é variável não foi possível determinar uma proporção padrão. Foi realizada a análise metalográfica da solda recuperada obtida em comparação a um padrão de solda nova e a variação na composição foi baixa gerando um produto dentro dos padrões de qualidade aceitáveis.

Palavras-chave: borra de solda, solda líquidas, solda recuperada.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como objetivo a reutilização da *borra* de solda utilizando resíduos orgânicos, onde, a partir do problema de descarte indevido de resíduos orgânicos, surge o questionamento: será que é possível o reaproveitamento do resíduo de solda com a utilização de pó de serragem?

Diante desta problemática foi levantada a hipótese da eficácia do pó da serragem para o reaproveitamento dos resíduos de borra de solda no processo de fabricação de placas para ar condicionado da indústria automotiva.

O objetivo principal deste estudo identificar a eficácia da utilização do pó de serragem para o reaproveitamento dos resíduos de solda no processo de fabricação de placas de ar condicionado na indústria automotiva. Para tanto, ficam definidos como objetivos específicos: estimar o descarte da borra de solda na placa do ar condicionado; testar concentrações de borra de solda X pó de serragem; realizar análises para identificar os produtos testados e analisar a eficácia do processo de recuperação de resíduos de solda.

Assim, com vistas às novas configurações industriais que apresentam um foco cada vez mais voltado para a produção limpa devido às normativas que regulam as suas atividades, esta pesquisa busca subsidiar com informações atuais, processos de reaproveitamento de resíduos de solda que possam contribuir para economia da empresa, bem como, para a preservação ambiental. Além disso, o estudo proporciona ao meio acadêmico uma reflexão acerca da premissa de que a Engenharia Química pode contribuir para a preservação da qualidade da vida humana e do meio ambiente em que esta vive.

REFERENCIAL TEÓRICO

SOLDAGEM

O processo de soldagem é tão antigo quanto à industrialização de produtos. Desde o início da produção humana, com seus artefatos de caça, o homem já faz uso deste processo. A junção por soldagem é aplicada em diversos processos industriais e podem oferecer segurança e durabilidade aos produtos (PEIXOTO, 2012).

“O termo soldagem implica em processos de junção, utilizando-se temperaturas abaixo de 450°C (frequentemente abaixo de 300°C). Essas temperaturas são comuns para as soldas com e sem chumbo, não as diferenciando pelo processo de manufatura, mas pelo consumo de energia elétrica e gás, bem como pela nobreza e escassez dos elementos de liga, assim como pela produção de borras” (MADUREIRA, 2009).

Cada processo de soldagem apresenta as suas especificações, no entanto praticamente todos os processos produzem algum tipo de resíduo, denominado



como borra. As borras de solda são um problema dentro do setor de produção à medida que podem afetar os custos de produção e a preservação do meio ambiente (ROCCA, 2010).

Em se tratando de soldagem, Peixoto (2012) explica que é o processo de união localizada de metais ou não-metais, por meio da fusão ou não das peças. Acrescenta ainda que é importante não confundir solda com soldagem. Soldagem é o processo pelo qual se consegue a união; solda é a zona de união onde houve solubilização.

A soldagem é um importante processo de junção para a produção industrial, uma solda de qualidade pode garantir a eficiência de produto. No entanto, a quantidade de resíduos produzidos durante este processo pode prejudicar tanto a saúde financeira da empresa quanto a qualidade de vida das pessoas. Portanto, torna-se importante observar meios que possam ser utilizados como forma de amenizar o desperdício e descarte incorreto da borra de solda. E, desta forma, amenizar custos de produção e malefícios ao meio ambiente (PEIXOTO, 2012).

Ainda segundo Peixoto (2012), o termo soldagem é bastante amplo e, dependendo da sua aplicação, utiliza-se matéria prima e processos diferenciados. A aplicação da solda como junção é, incontestavelmente, um elemento essencial para diversos processos industriais, no entanto seus resíduos devem ser gerenciados de forma correta para que seu destino não prejudique o meio ambiente e a sociedade como um todo.

RESÍDUOS DE SOLDA, DESCARTE E REAPROVEITAMENTO

Resíduos são elementos indesejados provenientes de processos de produção. Geralmente é visto como desperdício, mas também pode ser considerado como um material que foi adquirido, mas que não foi utilizado durante a fabricação de um produto, desta forma indica ineficiência do processo produtivo. Assim pode gerar custos de material, mão de obra e até mesmo danos ambientais. Deste modo, são considerados resíduos: águas residuais, emissões atmosféricas e resíduos sólidos (BARBIERI, 2004).

“A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) normatizou e categorizou todos os tipos de resíduos manipuláveis perigosos e não perigosos. É de acordo com essa tabela que os órgãos reguladores atuam



na fiscalização da coleta, transporte, armazenamento e descarte correto de cada tipo de resíduo. Lembrando que somente empresas de transporte de resíduos cadastradas e devidamente licenciadas como a Ambitrans Transportes podem atuar na coleta, transporte, gestão e armazenamento desses resíduos” (AMBITRANS, 2016).

Além do transporte e descarte correto dos resíduos industriais, a reciclagem é uma alternativa indicada para a amenização de custos e agressões ao meio ambiente. Neste caso, a denominação mais comum deste processo é Reciclagem Corporativa, onde as empresas se propõem a fazer uso mais consciente de seus recursos e a melhor forma de reutilizar os resíduos. Esse destino pode ser tanto a destruição do material, quanto o reaproveitamento de alguns itens valiosos para a indústria. Trazendo, novamente, vantagens econômicas para a empresa (GOUVEIA, 2015).

“A borra de solda é uma massa metálica composta por óxidos de terceira fase (similar a uma terra arenosa) e liga metálica pura impregnada nesta massa. Ao se remover os óxidos de terceira fase acaba se removendo também a liga metálica pura, e assim conseqüentemente, necessitando se de reposição de novas ligas” (TECSOLDA, 2015).

A borra de solda é um resíduo de processos industriais. Estes resíduos, quando não descartados corretamente ou reutilizados, podem causar danos ao meio ambiente e sanções às empresas que não adotarem as normativas que determinam os procedimentos a serem seguidos para o tratamento dos resíduos de produção (MODENESE, 2006)

NORMATIVAS PARA DESCARTE DE RESÍDUOS

Dentro da perspectiva de descarte e reaproveitamento de resíduos de solda, as políticas públicas apresentam as normas de adequação de processos de descartes e transportes. Assim, desde 2010, o Brasil conta com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que foi instituída através da Lei Federal nº 12.305:

[...] a qual define as diretrizes gerais para a gestão dos resíduos no Brasil. Sua regulamentação ocorreu através do Decreto nº 7.404, também de 2010, que traz como principal ferramenta de ação o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, na qual encontram-se enquadradas as organizações industriais, com a incumbência da correta gestão de seus resíduos (BRASIL, 2010a; 2010b; 2012). O artigo 13º da PNRS estabelece que resíduos industriais são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais, e



inclui também materiais perigosos que precisam de tratamento especial devido ao seu alto potencial de impacto à saúde e ao meio ambiente (BRASIL, 2010b; 2012).

Conforme as normativas citadas, o descarte de resíduos industriais deve seguir vários parâmetros legais definidos na Lei Federal nº 12.305. Este fato confere a necessidade de as empresas estarem se adequando às normativas, o que torna a produção dentro das premissas legais. A preocupação com os rejeitos químicos exige que os processos produtivos sejam readequados a realidade atual que é exigida pela lei. Seguir as orientações da Lei Federal nº 12.305, é fundamental para que a empresa se enquadre nos parâmetros legais e não sofra sanção.

Além da segurança de estar legalizado e sob parâmetros adequados, a empresa torna sua imagem diferenciada, destacando-se no mercado à medida que eleva o nível de preocupação com meio ambiente (BRASIL, 2016). Além disso, os instrumentos da PNRS ajudaram o Brasil a atingir uma das metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é de alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015 (BRASIL, 2016).

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na empresa Denso Industrial da Amazônia, situada na Av. Buriti, 3600 - Distrito Industrial, Manaus – AM, fornecedora de tecnologia, sistemas e componentes automotivos para os principais fabricantes de automóveis. A borra de solda estudada é oriunda da soldagem de placas de ar condicionado para veículos produzidos na referida empresa.

Para a realização da pesquisa, foi feita uma análise metalográfica na empresa Alpha Assembly Solutions Brasil Soldas Ltda Rua Rio Jaguarão, 1540 69072-055 – VILA BURITI – MANAUS – AM, onde foi verificado e avaliado as propriedades estruturais e a composição dos elementos de metal e as ligas, relacionando com as características mecânicas, físicas e químicas originais. A experiência ainda seguiu sob as normas IT000024 e manual de Instrução de Trabalho da Denso Industrial da Amazônia

Os procedimentos experimentais seguem a seguinte ordem:

Foi realizada a coleta da borra de solda do tanque da máquina de SMD procedendo em seguida à quantificação da borra de solda produzida por dia.



Para o procedimento de reciclagem foram pesadas alíquotas de 200g em cadinhos que foram em seguida aquecidos dentro do próprio tanque da máquina de SMD, atingida a temperatura de 280°C e havendo a confirmação de que a borra de solda encontrava-se derretida foi gradativamente acrescentado o pó da serragem dentro do cadinho agitando a mistura para que o processo de separação dos metais com a borra fosse iniciado, foram realizados 5 testes, no primeiro acrescentando 1 colher de sopa de pó de serragem, no segundo acrescentando 2 colheres de sopa de pó de serragem e assim sucessivamente.

A eficiência do processo de recuperação de resíduos de borra de solda foi avaliada por metalografia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi coletada uma média de 9 kg de borra de solda por máquina por dia, totalizando 2,4 toneladas de borra de solda em um mês. Após a coleta da borra de solda foram realizados testes inserindo o pó da serragem aos poucos, pois a composição da borra de solda é variável, portanto a proporção de borra de solda em relação ao pó de serragem não é exata, tendo em vista a necessidade de observação da proporção mediante ao resultado desejado. Foram realizados 5 testes, nos experimentos com 1 e 2 colheres de sopa de pó de serragem foi notado que a quantidade de pó de serragem inserida não foi suficiente devido ao excesso de borra de solda no cadinho, no terceiro experimento acrescentando 3 colheres de sopa de pó de serragem foi notado que a quantidade inserida era suficiente devido ao processo de separação dos metais ter sido observado, no experimento com 4 e 5 colheres de sopa de pó de serragem foi identificado um excesso de pó de serragem formando uma lama consistente.

A partir do teste realizado com 3 colheres de sopa de pó de serragem foram realizado outros 5 experimentos com a mesma quantidade de pó de serragem para verificação da reprodutibilidade do resultado. O resultado obtido foi enviado para um laboratório e feito a comparação de uma solda nova com a solda reutilizada da borra.

Na tabela 1 contém os resultados da análise comparativa onde pode-se observar que a composição teve poucas alterações, havendo uma maior diferença no estanho, cobre e prata, no entanto, para que a solda seja considerada não

utilizável adota-se o parâmetro de até 2% de variação na composição o que não é o caso observado para este experimento.

Tabela 1: Comparativo de composição

Componentes Solda Padrão Pó de serragem

Componentes	Solda Padrão	Pó de serragem
Estanho	96,1	96,4
Cobre	0,843	0,754
Prata	3	2,83
Chumbo	0,0178	0,0143
Arsênio	0,001	0,001
Bismuto	0,0054	0,0049
Zinco	0,0001	0,0001
Ferro	0,0029	0,0023
Antimônio	0,0094	0,0099
Níquel	0,0127	0,0111
Cádmio	0,0001	0,0001
Alumínio	0,0002	0,0003
Índio	0,0026	0,0026

A autora (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reutilização da borra de solda utilizando o pó da serragem é uma alternativa viável, possibilitando a redução de resíduos e gerando um impacto positivo econômica e ambientalmente, uma vez que é reduzida também a quantidade de borra descartada.

Recomenda-se estudos posteriores das propriedades mecânicas da solda reutilizada para teste de qualidade no produto aplicado.

REFERÊNCIAS

AMBITRANS, A ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas** normatizou e categorizou todos os tipos. Disponível em: <http://www.ambiental.com.br/classificacao-de-residuos/> Acesso em: 27 abr. 2019.

ANDRADE, S. M. de; STEFANO, S. R. ZAMPIER, M. **Metodologia de Pesquisa**. E-book. 2018.

BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental Empresarial**. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.



BRASIL – PNRs. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores. IPEA Digital, Brasília, 25 abr. 2012. Especiais.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOUVEIA, **Resíduos industriais**: Quais cuidados uma fábrica precisa ter?. Produza, superando suas expectativas. Disponível em: <<http://produza.ind.br/negocios/residuos-industriais/>> Acesso em: 02 abr, 2019.

LOJA DO MECÂNICO. Economia para sua oficina. Disponível em: <<https://www.lojadomecanico.com.br/categorias/36/equipamentos-de-seguranca-epi>> Acesso em: 09 abr. 2019.

MADUREIRA, M. A. **Avaliação em energia para tomada de decisão na substituição das soldas à base de estanho e chumbo**. Mestrado em Engenharia de Produção - Produção Mais Limpa. Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, 2009. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/papers/dissertations/madureira_ma.pdf> Acesso em: 28 abr. 2019.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES, Paulo Villani. **Introdução aos Processos de Soldagem**, Soldagem I, p. 1, 2006.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Cidades sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

MISSIAGGIA, R. R. **Gestão de resíduos sólidos industriais: caso da Springer Carrier**. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PEIXOTO, A. L. **Soldagem**. Rede TEC Brasil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Campus Belém. 2012

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. 2º Edição. Universidade Feevale. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul - Brasil 2013

ROCCA, A. C. C. **Resíduos sólidos industriais**. 3. ed. São Paulo: Cetesb, 2010.

TECSOLDA CONSULTORIA, **Projeto** – recuperação da liga de estanho em borras geradas nas máquinas de solda. Tecnologia em soldagem J. M. L. 2015