

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ESTUDO DO DEFEITO DE FUNDIÇÃO EM PROJETO DE PEÇAS PARA METAIS SANITÁRIOS EM LIGAS DE COBRE FUNDIDAS EM COQUILHAS

Rodrigo André de Souza Ribeiro, Welington Luiz de Melo, Marcelo Bergamini
de Carvalho, Emerson Augusto Raymundo, Sérgio Roberto Montoro, Amir
Rivaroli Junior.

Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba, Fatec Pindamonhangaba, Rodovia Vereador Abel
Fabrício Dias, 4010 - Água Preta, 12445-010 – Pindamonhangaba

rodrigo@hssribeiro.com.br, welington.cont@hotmail.com, marcelo.carvalho30@fatec.sp.gov.br,
emerson.raymundo2@fatec.sp.gov.br, sergio.montoro@fatec.sp.gov.br, amir.rivaroli@fatec.sp.gov.br

Resumo

O cobre e suas ligas são muito utilizados na produção de metais sanitários. Os processos de fundição por gravidade são muito utilizados. Os metais sanitários por possuírem complexidade nos detalhes e precisão no acabamento são fundidos na maioria das vezes por esse processo. O objetivo foi estudar os defeitos apresentados em peças fundidas utilizadas em metais sanitários. Foram estudados os projetos de fundição, os ferramentais utilizados, defeitos apresentados, e possíveis modificações para se eliminar ou minimizar essas ocorrências. Para o entendimento do problema, foram cortadas e analisadas três peças que vinham apresentando defeitos após a fundição. Verificou-se que o defeito apresentado era ligado a porosidades, originado principalmente de gás preso no molde. Por apresentarem características diferentes de projetos, soluções individuais foram tomadas para cada um, como furo de respiro no macho, saída de gás no ferramental, aumento da região do massalote para segurar o gás naquela região. As alterações se mostraram condizente com a prática. Após a análise e corte das peças após a fundição, o defeito havia sumido ou minimizado.

Palavras-chave: cobre, ligas de cobre, metais sanitários, defeitos de gases.

Área do Conhecimento: Engenharias – Engenharia de Materiais e Metalúrgica.

Introdução

O cobre é um metal que surgiu por volta de 13000 a.C. e com o passar dos anos e a evolução se tornou um minério mais facilmente encontrado em compostos como cuprita (Cu_2O) e tenorita (CuO) do que Cobre puro (Cu). Os elementos de liga como, níquel, silício, alumínio, estanho e chumbo são adicionados ao cobre com o intuito de promover propriedades mecânicas das quais não são características do cobre puro, como resistência a tração, melhorar fluidez, refino do grão e outros (BARBOSA, 2012).

O cobre, bem como suas ligas apresentam vasta utilização na indústria, principalmente pelas suas propriedades de alta coeficiente de troca de calor e eletricidade, alta durabilidade, boa resistência à corrosão, boa maleabilidade e ductilidade. As ligas de cobre podem ser transformadas em vários produtos por essas características. Uma das aplicações das ligas de cobre são em metais sanitários, principalmente pela facilidade de fundição e alta resistência a corrosão.

As ligas de cobre fazem parte dos principais grupos de metais comerciais. Sendo amplamente utilizada devido às suas excelentes características como ótima condutividade elétrica e térmica, resistência à corrosão, fácil produção e boa resistência a fadiga. Geralmente não são magnéticos. Podem ser soldadas e brasada, podendo ser soldadas por diferentes métodos como gás e arco. As ligas de cobre podem ser polidas para uma grande variação de texturas e brilhos desejados, podem ser banhados e revestidos com substâncias orgânicas ou quimicamente coloridos com objetivo de ampliar sua variedade de acabamento (TYLER; BLACK, 1990).

Latão é o nome tradicionalmente dado às ligas de cobre-zinco (Cu-Zn), sendo essas as mais utilizadas na indústria e em aplicações comerciais. Nessas ligas os teores de zinco variam entre 5% e 40% (BARBOSA, 2012).

A tabela 1 descreve a classificação de ligas de cobre.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1- Classificação das ligas de Cobre.

Série CDA / ASTM	Tipo de liga
C 1XX	Cobre comercialmente puro e cobre ligado
C 2XX	Latão binário (cobre-zinco)
C 3XX	Latão com chumbo (Cu-Zn-Pb)
C 4XX	Latão com estanho (Cu-Zn-Sn)
C 5XX	Bronzes (cobre-estanho, com e sem fósforo)
C 6XX	Cobre- alumínio, cobre silício
C 7XX	Cuproníquel e alpaca
C 8XX	Ligas fundidas
C 9XX	Ligas fundidas

Fonte: SCHMIDT, Robert F.; SCHMIDT, Donald G, 1990.

Metodologia

A ideia do trabalho foi estudar os defeitos apresentados em ligas de cobre utilizados na fundição em coquilha de peças para metais sanitários, verificar as ocorrências e as possíveis soluções para se evitar que esse defeito pudesse atingir o cliente final. Foram estudadas as peças fundidas, os tipos de defeitos apresentados, bem como possíveis modificações nos ferramentais que auxiliassem a minimizar ou eliminar essas ocorrências.

Também foi salientado a importância de se determinar as causas e eliminar os defeitos provenientes da fundição, pois causam prejuízos financeiros diretos a empresa e aos clientes quando não determinados no processo fabril.

Na elaboração das peças fundidas foi utilizada uma liga de latão própria para confecção de peças para linha sanitária. A liga estudada com sua faixa de composição química é demonstrada na Tabela 02.

Tabela 02 – Faixa de composição química das ligas de cobre para fundição em coquilhas.

Elemento (%)	Cu	Al	Pb	Sn	Ni	Mn	Fe	P	Impurezas (-) Ni e Pb	Zn
Mín	58,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Restante
Máx	62,0	0,5	2,2	0,4	0,5	0,7	0,5	0,2	1,8	

Fonte: ABNT EB-1157/81.

Para a execução das análises foram realizados acompanhamentos de três projetos que vinham apresentando problemas após a fundição. Nos projetos foram estudados os ferramentais, as peças fundidas, testes de estanqueidade e exame visual. Após estas análises, foram realizadas modificações para se eliminar os defeitos apresentados.

As análises realizadas nos projetos escolhidos foram:

- Verificação do ferramental no solidworks para se determinar a possibilidade de alterações sem a necessidade de construção de desenvolvimento de novos ferramentais, o que tornaria muito caro as mudanças;
- Corte das peças com defeitos para se determinar a causa raiz dos problemas;
- Análise visual, com utilização de espectro com aumento de até 40 vezes, identificar os defeitos em relação a rechupes e gases no material;

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

- Mudança nos projetos e realização de análise visual e teste de estanqueidade.

Para análise dos resultados foram identificadas as peças com defeitos de cada projeto estudado, com seu respectivo ferramental.

As figuras 1 a 3 demonstram o projeto da peça um de um misturador com seus respectivos detalhes, ferramental da coquilha, macho de areia, peça fundida e defeito apresentado.

Figura 1 – Ferramental peça um.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 2 – Peça um fundida.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 3 – Coquilha e a peça com defeito.



Fonte: Os autores, 2023.

Após a análise do defeito da peça um, foi proposto colocar uma saída de gás no macho em areia, conforme demonstrado nas figuras 4 e 5. Essa foi uma solução que foi adotada internamente após se determinar as possíveis causa do defeito apresentado. O ferramental da coquilha não foi precisou ser alterado. A figura 6 é o resultado da modificação, com o detalhe da peça em corte sem o defeito apresentado anteriormente.

Figura 4 – macho com furo.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 5 – saída de gás na peça.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 6 – Peça sem o defeito.



Fonte: Os autores, 2023.

Em função dos resultados apresentados nas soluções propostas para o projeto do misturador, outro projeto foi estudado, porém ainda não foi apresentado o resultado definitivo devido a este projeto não ter voltado para linha de produção.

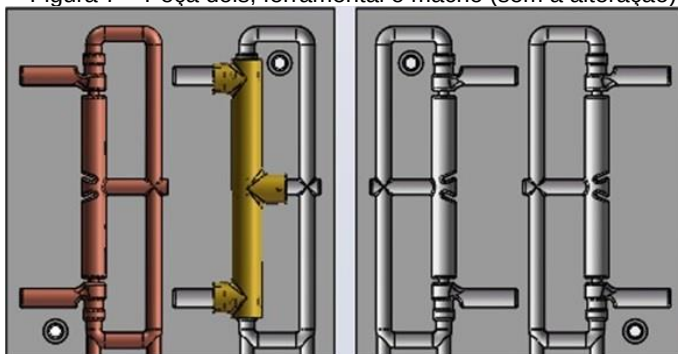
O projeto da peça dois é um corpo de um misturador, onde apresentava defeitos durante o preenchimento de metal. A figura 7 demonstra o ferramental da peça e o detalhe do macho de areia.

Após análise do defeito no projeto da peça dois, foi possível constatar a presença de gás retido, que ficava aprisionado durante o enchimento do molde durante a fundição.

A figura 8 demonstra o defeito caracterizado após o corte da peça e separação de amostra para análise.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 7 – Peça dois, ferramental o macho (sem a alteração).



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 8 – Peça fundida com o defeito.



Fonte: Os autores, 2023.

Após a análise do defeito e se ter descoberto a causa principal, foi proposto a mudança no ferramental, incluindo uma saída de gás. As fotos 9 e 10 demonstram o detalhe das mudanças realizadas no ferramental para sanar o defeito.

Figura 9 – Ferramental com alterações



Fonte: Os autores, 2023.

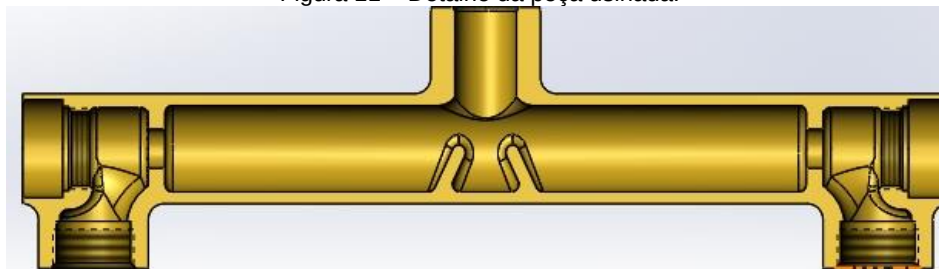
Figura 10 – Ferramental e detalhe da peça fundida com alterações



Fonte: Os autores, 2023.

Após as modificações sugeridas, ainda ficou um pequeno defeito que durante a usinagem da peça o mesmo é eliminado. A figura 11 mostra o detalhe da peça cortada após usinagem para verificação do defeito.

Figura 11 – Detalhe da peça usinada.



Fonte: Os autores, 2023.

O projeto da peça três, ainda está sendo estudada, a peça foi cortada e determinada o tipo de defeito e a posição aonde ele se encontra, a solução está na mudança do ferramental, mais ainda não se chegou um resultado satisfatório devido ao ferramental estar restrito, dificultando possíveis

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

alterações, talvez seja necessário refazer um novo ferramental com um novo desenho. As figuras 12 e 13 demonstram o detalhe do defeito apresentado na peça fundida e as mudanças realizadas, porém não foi o suficiente para eliminar todos os defeitos. As fotos 14 e 15 mostram os detalhes da peça três fundida, percebe-se o defeito de gás na lateral da peça após corte.

Figura 12 – Ferramental da peça três.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 13 – Ferramental da peça três.



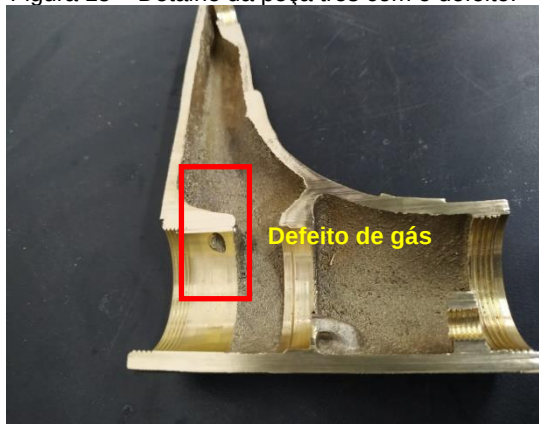
Fonte: Os autores, 2023.

Figura 14 – Detalhe da peça três após corte central.



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 15 – Detalhe da peça três com o defeito.



Fonte: Os autores, 2023.

Após identificação dos defeitos foram estudados possíveis modificações para sanar os defeitos apresentados. Foram realizadas várias modificações, que variou em função do defeito apresentado e da posição onde ele estava localizado. Porém uma solução definitiva para esse projeto ainda não foi encontrada, estamos aguardando esse projeto voltar para linha de produção para propor novas ideias.

Resultados

Interpretando os projetos analisados, ficou evidente que a presença de gás retido foi o defeito mais impactante nas análises realizadas, demonstrando a importância de se definir durante o projeto, preparação de ferramental e execução de uma peça nova em coquilha, o posicionamento correto de machos, e partes estratégicas, para facilitar a saída do gás que normalmente tende a ficar retido durante o enchimento na fundição.

Ficou evidente que uma análise bem realizada também pode ajudar a definir a causa raiz de problemas relacionados ao enchimento de peças em metal sanitário e que ações de baixo custo podem de fato também eliminar ou deixar controlado os problemas apresentados.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Conclusão

Após a realização do estudo dos projetos das peças fundidas em ligas de cobre para materiais sanitários, podemos chegar as seguintes conclusões:

- A importância do estudo da análise das falhas, a caracterização dos defeitos foi de suma importância para poder se tomar decisões mais assertivas em relação aos projetos analisados;
- O estudo dos defeitos, analisando todos os parâmetros do projeto como ferramental, caixa de macho e peça fundida ajudou a tomar decisões mais assertivas sem ter que optar por soluções mais drásticas, como destruir um ferramental e construir um novo a partir do zero.

Esse estudo serviu como aprendizado, determinou que todas as partes envolvidas na construção de um projeto são importantes, os defeitos podem aparecer desde que uma fase não tenha sido feito corretamente e que em uma análise não podemos ir com suspeitas, temos que evidenciar todas as causas para depois de tomar as devidas correções.

Referências

ABNT EB-1157/81 – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Peças de Ligas de Cobre Fundidas Em Coquilha.

BARBOSA, C. **História do Cobre**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.

CAMPBELL, DIÓSGE, SVIDRÓ, The role of purity level in foundry silica sand on its thermal Properties, [Journal of Physics: Conference Series](#) , Volume 1527, 2019

FUOCO, Ricardo. Efeito do sistema de canais na geração de defeitos de fundição. In: **17º Congresso de Fundição-CONAF**. 2017.

INDUFOR EQUIPAMENTOS A INDUÇÃO. **INDUFOR**. Disponível em: <https://www.indufor.com.br/>. Acesso em: 11 out. 2022.

METALÚRGICA FREMAR - LTDA. **Fundição em coquilha**. Disponível em: <http://www.fremar.com.br/fundicao-coquilha.html>. Acesso em: 11 out. 2022.

SCHMIDT, Robert F.; SCHMIDT, Donald G. Selection and Application of Copper Alloy Castings. **Properties And Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials**, [S.L.], p. 346-355, 1 Jan. 1990.

TYLER, Derek E.; BLACK, William T. Introduction to Copper and Copper Alloys. **Properties And Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials**, [S.L.], p. 216-240, 1 Jan. 1990. ASM International.

VELHINHO, Alexandre. Fundição centrífuga de compósitos alumínio/sic com gradiente funcional de propriedades: Processamento e caracterização. Ph.D. thesis, Departamento de Ciências dos Materiais - Universidade Nova de Lisboa. 2003.